APPLICATION GÉNÉRALE

DU FER, DE LA FONTE, DE LA TÔLE

ET DES POTERIES

DANS LES CONSTRUCTIONS CIVILES, INDUSTRIELLES ET MILITAIRES,

DANS CELLES DES PONTS FIXES OU SUSPENDUS, DES CHEMINS DE FER, DES ÉCLUSES
ET DES DIGUES A LA MER, ETC., ETC.

Deuxième volume *.

TRAITÉ

DE L'APPLICATION DU FER, DE LA FONTE ET DE LA TÔLE

DANS TOUTES LES CONSTRUCTIONS;

SUIVI

D'UN APERÇU SUR L'ART D'ÉRIGER LES TUYAUX DE CHEMINÉES EN BRIQUES
D'APRÈS LE NOUVEAU SYSTÈME,

ET

D'UN MÉMOIRE SUR LA CONSTRUCTION DE NOUVEAUX PLANCHERS
DESTINÉS A RENDRE LES BATIMENTS INCOMBUSTIBLES.

Nota. Bien que cet ouvrage se compose aujourd'hui de deux volumes, l'un et l'autre, traitant de parties distinctes, peuvent être achetés séparément.

IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,

Rue Racine, 28, près de l'Odéon.

TRAITÉ

DE L'APPLICATION DU FER,

DE LA FONTE ET DE LA TÔLE

DANS LES CONSTRUCTIONS CIVILES, INDUSTRIELLES ET MILITAIRES;

DANS CELLES DES PONTS FIXES OU SUSPENDUS, DES CHEMINS DE FER,
DES ÉCLUSES ET DES DIGUES A LA MER, ETC., ETC.;

SUIVI D'UN

APERÇU SUR L'ART D'ÉRIGER LES TUYAUX DE CHEMINÉES EN BRIQUES D'APRÈS LE NOUVEAU SYSTÈME.

DÉDIÉ

A TOUS LES CONSTRUCTEURS.

PAR

CH. L^S G^VE ÈCK,

CHEVALIER DES ORDRES IMPÉRIAUX DE SAINT-WLADIMIR ET DE SAINTE-ANNE DE RUSSIE;
ARCHITECTE, INGÉNIEUR CIVIL, COMMISSAIRE VOYER DU 12^E ARRONDISSEMENT DE LA VILLE DE PARIS;
MEMBRE CORRESPONDANT DE LA SOCIÉTÉ ROYALE ET CENTRALE D'AGRICULTURE DE FRANCE ET D'AUTRES SOCIÉTÉS SAVANTES.

MÉMOIRE

SUR

LA CONSTRUCTION DE NOUVEAUX PLANCHERS

DESTINÉS A RENDRE LES BATIMENTS INCOMBUSTIBLES;

Par feu P.-D. BAZAINE,
LIEUTENANT GÉNÉRAL DU GÉNIE.

Avec 80 planches gravées par Hibon et Ad. Leblanc.

PARIS.

CARILIAN-GOEURY ET V^OR DALMONT, ÉDITEURS,
LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,
Quai des Augustins, n^os 39 et 41.

1841.

A MESSIEURS

LES CONSTRUCTEURS.

MESSIEURS,

Le bienveillant accueil que vous avez fait au premier volume de cet OUVRAGE, la sanction dont l'a revêtu le jugement solennel de l'Institut, l'utilité qu'on lui a reconnue comme étant, encore aujourd'hui, la seule donnée pratique qui ait paru sur un genre de construction qui doit la grande faveur dont il jouit aux expériences multipliées auxquelles ont donné lieu, depuis vingt ans, les applications nombreuses et variées du *fer*, de la *fonte*, de la *tôle* et des *poteries* à l'*art de bâtir*, les résultats heureux et quelquefois inespérés qui en ont été les suites, tout, enfin, m'encourageait à agrandir les dimensions du cadre que je m'étais imposé d'abord, et à compléter autant que possible, par des exemples nouveaux et bien faits sans doute pour apporter la lumière dans les esprits, l'œuvre d'enseignement auquel j'ai consacré plusieurs années de recherches et de travaux assidus.

Il en est beaucoup parmi vous, Messieurs, dont les écrits utiles, et d'une tout autre portée que les miens, marquent bien honorablement le passage parmi les contemporains, et leur assurent cette réputation justement méritée d'hommes habiles et savants auprès de la postérité; ceux-là, surtout, savent ce qu'il doit en coûter de labeur et de peine à quiconque, fondant son œuvre sur les œuvres des autres, prend à tâche d'en deviner toutes les inspirations et d'en expliquer méthodiquement les projets et les combinaisons. C'est donc auprès d'eux principalement que je crois devoir réclamer cette indulgence motivée, consolation première de l'écrivain désintéressé, qui, malgré ses constants efforts, n'a pu cependant atteindre le but qu'il s'était proposé.

Bien que la THÉORIE et la PRATIQUE aient entre elles une corrélation intime, et soient l'une à l'autre ce que sont deux conséquences logiques d'un principe vrai, elles demandent cependant à être analysées séparément et à être traitées en termes propres à chacune d'elles, car si les *formules* sont du domaine de la première, les démonstrations les plus simples et accessibles à l'intelligence de tous ne sauraient trop justifier toute l'importance de la *seconde*.

En effet, comme le dit un auteur recommandable, le fondement de la *science de l'art de bâtir* repose principalement sur l'*expérience des choses faites*. La science abstraite, en s'appliquant à ces expériences, parvient à les classer, à les combiner, et à faire entrevoir la possibilité d'applications nouvelles, de procédés nouveaux, qui doivent obtenir à leur tour la sanction de l'expérience avant d'avoir droit à une entière confiance.

Les sciences mathématiques ne sont pas encore arrivées à ce point de perfection, qu'elles puissent nous donner à coup sûr les instructions que demande la *pratique;* il faut que toutes leurs *formules* soient modifiées par les enseignements que fournit l'expérience.

A l'heure qu'il est, c'est donc l'expérience ou la *pratique* qu'il faut consulter, soit pour conduire à fin une construction difficile, soit pour faire progresser la *science* elle-même, en augmentant le nombre des faits sur lesquels elle s'exerce, et qui la fortifient en la constituant lentement.

Pour faire avancer la *science* aujourd'hui, il faut donc surtout multiplier les expériences; il faut les réunir, les porter à la connaissance de tous, et suivre en cela ces sages préceptes du plus grand philosophe de l'antiquité : « *Il y a, Chéréphon, un grand nombre d'arts parmi les hommes, de la découverte desquels » on est redevable à l'expérience; car l'expérience fait que notre vie marche selon les règles de l'art, et l'inex-» périence la conduit au hasard* (1). »

Quelque palpable que soit cette grande vérité, on ne saurait cependant trop la préconiser, surtout aujourd'hui que l'accomplissement des faits constitue principalement le talent, et que l'opinion publique s'arrête peu à étudier, à reconnaître les moyens et tout ce qu'il a souvent fallu d'efforts et de ressources imaginatives pour créer tel ou tel système dont l'apparente simplicité peut avoir étonné tout d'abord les yeux de l'observateur.

Bien qu'il soit ordinairement reçu que les études de l'*architecte* et celles de l'*ingénieur* admettent dans la construction en général des applications distinctes, et qu'il n'existe entre ces deux genres d'artistes aucun lien de famille, comme aucun de ces rapports que l'intérêt du même art rendu selon des données différentes devrait cependant rendre habituels, qu'il me soit permis de croire que cette instruction partagée préjudicie essentiellement au progrès de la *science,* qui, sans cette espèce d'isolement, surmonterait bien des obstacles, et ferait que toute l'énergie développée par le constructeur ne passerait plus, sans avoir eu d'autre utilité qu'un résultat satisfaisant obtenu dans un cas donné.

Mon sentiment est donc que *l'art de construire étant un*, les *architectes* et les *ingénieurs* se doivent un appui mutuel, parce que leur science est absolument la même; et qu'ainsi, du moment où il peut en justifier par son savoir et ses connaissances, chacun de nous peut aujourd'hui s'honorer de ce double titre; aussi bien qu'aux temps de l'antiquité, il a appartenu aux Raphael, aux Michel-Ange, et à tant d'autres de nos immortels grands maîtres, de prouver qu'ils étaient aussi familiers avec le pinceau du *peintre* et le ciseau du *sculpteur,* qu'avec le compas de l'*architecte;* comme dans des temps beaucoup moins reculés, il appartenait aux *Vauban*, aux *Bélidor*, aux *Perronnet*, d'être tour à tour *architectes* et *ingénieurs* civils ou militaires.

En définitive, tel a été mon but en composant le second volume de cet ouvrage, qu'après avoir traité d'une infinité de détails et d'applications qui pourront éclairer tous les *constructeurs* indistinctement, j'ai voulu aussi agrandir le cercle de leurs connaissances par les développements de certains systèmes de construction qui ressortent de la spécialité de l'ingénieur.

Personne n'ignore combien, dans les bâtisses, on doit toujours attacher d'importance à bien construire les *tuyaux* de cheminées, car de cette méthode plus ou moins bien observée dépend essentiellement la

(1) Platon (*Gorgias*, traduction de *Grou*).

conservation des maisons ainsi que la sécurité publique : j'ai donc pensé qu'en annexant à ce TRAITÉ *un aperçu sur l'art d'ériger ces sortes de constructions en briques, d'après le nouveau système*, c'était également faire quelque chose d'utile et qui méritait d'être connu, tant dans l'intérêt des *constructeurs* que dans celui de la *propriété.*

En publiant aussi l'intéressant mémoire que nous devons au savant BAZAINE sur *l'art de construire de nouveaux planchers destinés à rendre les bâtiments incombustibles*, je crois avoir rendu un important service à l'*art de bâtir*, car ce nouveau système de construction répond, selon moi, à toutes les exigences auxquelles on peut assujettir la charpente en fait de planchers en général, ceux-ci devraient-ils même comporter des dimensions démesurément grandes.

En résumé, messieurs, ma tâche, telle que je l'ai comprise, a été sans doute difficile, mais l'utilité qui, j'espère, peut résulter de son accomplissement, sera encore bien supérieure à la difficulté de son exécution ; et si, après tant d'efforts et de recherches, je suis enfin parvenu à la remplir d'une manière satisfaisante, et à faire participer mon pays aux progrès d'un de nos arts les plus utiles, j'en trouverai la plus belle récompense dans votre approbation éclairée.

CH. ECK,

Architecte, Ingénieur civil.

DU FER, DE LA FONTE

ET DE LA TÔLE

DANS LES CONSTRUCTIONS CIVILES, INDUSTRIELLES ET MILITAIRES,

DANS CELLES DES PONTS FIXES OU SUSPENDUS, DES CHEMINS DE FER, DES ÉCLUSES ET DES DIGUES A LA MER.

TITRE PREMIER.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Avant de traiter des applications nombreuses et variées du *fer*, de la *fonte* et de la *tôle*, soit dans la CONSTRUCTION de nos monuments et de nos maisons, soit dans CELLE qui n'a trait qu'à la science de l'ingénieur, nous avons pensé qu'il était d'abord utile de faire précéder les diverses descriptions de leurs emplois par quelques données relatives aux principes de ces corps métalliques de différentes natures. Tel va donc être le sujet de ces CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

En MÉTALLURGIE, le *fer* est un métal blanc ou d'un gris clair, très-tenace, très-dur à fondre, très-combustible, le seul des métaux attirable à l'aimant, ayant la propriété de décomposer l'eau et de s'unir au charbon qui le convertit en *acier*.

Le *fer* est le plus utile de tous les métaux, et celui qui intéresse le plus vivement les arts.

Le *fer*, ainsi que les autres métaux, se trouve dans la terre, le plus souvent combiné avec des matières hétérogènes, les unes ferrugineuses et véritablement métalliques, les autres, ou sulfureuses, ou salines, ou terreuses. Pour obtenir du *fer*, on met toute cette masse de minerai en fusion par le moyen du feu, et comme toutes les parties métalliques, plus pesantes que les autres, tombent au fond des vaisseaux dans lesquels elles sont contenues, on sépare aisément ce qui les surnage et n'est pas de leur nature; puis on coule le *fer* fondu dans un canal découvert dont la orme approche de celle d'un prisme triangulaire, et il y prend cette même figure en se refroidissant.

Comme il s'en faut bien que la séparation des parties hétérogènes soit absolue, on affine ce *fer* en le fondant de nouveau, et c'est en renouvelant cette dernière opération autant de fois qu'on le juge à propos, qu'on finit par obtenir un résultat plus ou moins parfait.

Ce sont ces longues pièces de *fer* ainsi conditionnées qu'on appelle *gueuses*, et qu'on livre telles à l'industrie fabricante pour y être employées à une infinité d'usages.

On reconnaît deux sortes de *fer*, destinées l'une et l'autre à des emplois distincts : Le *fer malléé*, dont l'usage est presque exclusif dans les constructions en général, et le *fer fondu*, qui, presque toujours, avec celui *malléé*, est une des plus puissantes ressources de l'application de la *mécanique*.

Nous allons expliquer les propriétés relatives à chacune de ces deux natures de *fer*, et entrer dans quelques détails concernant leur fabrication proprement dite.

(*Fer malléable*). Malgré les différentes méthodes adoptées en divers pays pour fabriquer du *fer* malléé, le principe de l'opération est toujours le même, savoir : de priver la *fonte* du *carbone* et de l'*oxygène* qui peuvent s'y trouver. Des fourneaux de plusieurs formes ont été construits à l'effet de perfectionner cette fabrication ; car, dans les usines les mieux conduites, on éprouve une perte considérable de

parties métalliques, la quantité de *fonte* étant toujours proportionnée : 1° à son aptitude à devenir malléable; 2° à l'intelligence des ouvriers; 3° à la bonté du procédé qu'on a suivi; 4° enfin, à la quantité de fer malléé qu'on désire obtenir.

Les Anglais, les premiers, se sont occupés des moyens de diminuer ces pertes considérables dans la fabrication du *fer*; ils ont substitué aux grosses affineries, aux gros marteaux et aux martinets de leurs anciennes forges, des laminoirs dont les cylindres en *fonte* douce sont mus par la puissance de l'hydraulique ou par celle de la vapeur. Ces laminoirs ont l'avantage de donner un *fer* pur, d'un tissu plus homogène que celui qui provient du travail des affineries, et, de produire une économie considérable dans la dépense de la fabrication. Toute la crasse, les scories et les matières hétérogènes qui ont pu résister aux opérations préliminaires, au lieu d'être enveloppées dans la *coupe*, et comprimées dans la masse par les coups de martinets pendant la façon, se trouvent, au contraire, dégagées du *fer*, et le métal pur passe seul à travers les cylindres; ceux-ci rendent le *fer* plus nerveux, plus ductile, et lui donnent un fini et une égalité d'échantillon qu'il est impossible d'obtenir par aucun autre procédé (1).

Lorsque le *fer* est forgé, battu, affiné ou laminé, et mis en barre, il est propre à être converti en *acier*.

En PRATIQUE, un des éléments constitutifs de nos constructions en général, est sans contredit le *fer*, car il n'existe, pour ainsi dire, aucune phase dans l'érection d'un édifice quelconque, que cet utile métal n'ait, de prime-abord, à y jouer un des rôles les plus importants. Il concourt puissamment, en effet, sous mille formes différentes, et dans des proportions relatives, à assurer la durée de la cabane la plus humble, comme celle du palais le plus somptueux; et, telle est sa propriété tout exceptionnelle, qu'il sait imprimer l'union la plus intime à un assemblage infini de matériaux, auxquels la nature semble avoir assigné le plus complet isolement les uns des autres, mais, que l'intelligence de l'homme a su mettre à profit en les appelant en aide au premier des arts, à celui de bâtir.

En thèse générale, il est impossible d'analyser tous les emplois du *fer*, tant ses applications sont nombreuses et variées; tant, aussi, par son élasticité et par sa résistance à toute épreuve, il se prête avec le plus grand avantage à toutes les exigences de l'*industrie*, et est applicable à une infinité d'objets qui rentrent dans l'usage de nos besoins les plus communs.

Telle est ci-après l'énumération des différents noms qu'on donne au *fer*, suivant sa grosseur, ses formes, ses usages et ses défauts (1).

(1) Ce que nous disons ici, doit s'appliquer exclusivement au *fer* de construction, car la première condition de *celui* destiné à une infinité d'emplois dans le commerce, est celle du battage préalable au marteau.

DU FER SUIVANT SA GROSSEUR.

Fer aplati. Nom qu'on donne au *fer* lorsqu'il n'a que $0^m,007$ à $0^m,009$ d'épaisseur sur $0^m,045$ à $0^m,055$ de largeur, et qui sert pour les appuis des rampes et des balcons, les battements de portes, pentures et crémaillères, etc., etc.

Fer-blanc. Feuille de fer fort mince, blanchie avec de l'étain, dont on se servait dans le temps au lieu d'ardoises; mais qui rentre exclusivement aujourd'hui dans le domaine du commerce usuel, et est avantageusement remplacé dans l'établissement des couvertures, des chenaux, cuvettes, tuyaux de descente, etc., etc., par le *zinc* ou la *tôle* préalablement soumise aux effets de la galvanisation.

Fer de carillon. Fer de $0^m,019$ à $0^m,022$ de grosseur, dont on se sert souvent pour les bandes de trémie, manteaux de cheminées, et dans d'autres parties de la CONSTRUCTION où il devient nécessaire que les planchers soient hourdés de manière à être inattaquables par le feu.

Il fait également partie des combles en *fer*, toutes les fois que ceux-ci doivent être hourdés pleins et destinés, par conséquent, à l'habitation.

Fer de gros ouvrages ou *gros fer.* On appelle ainsi des tirants, chaînes, ancres ronds ou carrés, crampons, liens, étriers, harpons ou queues de carpe, aiguilles pendantes, etc., dans la CONSTRUCTION des bâtiments et des ponts fixes ou suspendus. Ce *fer* se paye au poids.

Fer en botte ou *menu fer.* C'est le *fer* qui sert pour les verges des vitres.

Fer en feuilles. Ce *fer*, qu'on nomme aussi *tôle*, a environ $0^m,002$ d'épaisseur. Son usage est aujourd'hui assez répandu, et, depuis quelques années, on s'en est servi avec beaucoup de succès dans la construction de plusieurs combles d'usines, d'entrepôts, etc.

Fer en lames. C'est un *fer* qui a $0^m,004$ ou $0^m,006$ d'épaisseur sur différentes largeurs, et qui sert pour les enroulements.

Fer méplat. Fer dont la largeur est double de son épaisseur; il forme la principale catégorie du *fer de gros ouvrages* ou *gros fer.*

Fer plat, qu'on nomme aussi *cornette*, il a $0^m,08$ de large sur $0^m,014$ à $0^m,016$ d'épaisseur, et est particulièrement employé dans le charronnage.

Fer carré. Fer qui a $0^m,05$ à $0^m,08$ de grosseur; on le nomme aussi *fer de courçon.* On s'en sert principalement dans le charronnage pour essieus, et dans la construction mécanique, pour leviers, supports, arbres de couche, vilbrequins, etc., etc., enfin pour

(1) Dictionnaire historique de *Quatremère de Quincy*, initiales FER, avec augmentation de détails, résultant de la pratique qui, depuis la publication de ce *dictionnaire*, a fait de grands progrès.

toutes les parties de cet art où de grandes forces et de grandes résistances sont choses nécessaires.

Fer carré bâtard. C'est un *fer* qui a de 0m,03 à 0m,04 de grosseur; il est généralement employé pour ancres dans le bâtiment, et remplit, en fait de mécanique, le même office que le *fer carré*, dans des proportions relatives.

Fer carré commun ou de *défense.* C'est un fer de 0m,027 de grosseur; il sert à la construction des grilles, des garde-corps, des balcons, etc.; on l'emploie ordinairement aussi pour les grils des croisées de prisons.

DU FER SUIVANT SA FORME.

Fer acéré. Fer qui est mêlé ou ambouti d'*acier*, pour les outils de taillanderie, comme marteaux, etc., etc., ou plutôt, qui est affiné, ou qui a pris la nature de l'acier par la fonte et par la trempe.

Fer ambouti. C'est de la *tôle* relevée en bosse avec les outils, pour faire des feuillages, des roseaux, des festons ou autres ornements. Sous le règne de Louis XIV, ensuite sous celui de Louis XV, on faisait un grand usage du *fer* ambouti pour les décorations des rampes des grands escaliers, des balcons et des porte-réverbères. On employait aussi à ce même usage, du *fer* de 0m,02 à 0m,03 de largeur, mais fort mince, qu'on appelle aujourd'hui *fer bandelette.*

Fer corroyé. Fer qui, après avoir été forgé, est ensuite battu à froid pour devenir plus difficile à casser. On emploie ce fer dans les machines mouvantes, pour balanciers, manivelles, pistons, etc., etc. On se sert surtout du *fer corroyé* pour les organes des machines locomotives.

Fer coudé. Fer qui est plié sur son épaisseur comme un étrier, soit, pour lier une poutre à une autre, soit, pour accoler une encoignure de menuiserie, ou qui est retourné en angle droit, comme les équerres de porte-cochère.

Fer enroulé. Fer plat ou carré contourné en spirale, dont on fait des arcs-boutants, panneaux, couronnements et autres ouvrages de serrurerie.

Fer étiré. On appelle ainsi le même *fer* qu'on allonge en le battant à chaud.

DU FER SUIVANT SES USAGES.

Fer de menus ouvrages. C'est ainsi qu'on appelle en général les serrures, targettes, fiches et autres garnitures de portes et de croisées qui se payent à la pièce.

Fer de pieu. Morceau de fer pointu à quatre branches, dont on arme la pointe d'un pieu effilé.

Fer de pique. Ornement de serrurerie fait en manière de dard, qu'on met sur des grilles de *fer.*

On ne fait plus actuellement aucun emploi du *fer de pique,* il est remplacé avec avantage par la *fonte,* dont les modèles sont infiniment plus riches, très-variés, et qui revient à très-bon marché.

DU FER SUIVANT SES DÉFAUTS.

Fer aigu. Fer qui casse facilement à froid.

Fer cendreux. Fer qui, à cause de ses taches grises de couleur de cendre, ne peut recevoir le poli.

Fer pailleux. C'est celui qui a des pailles ou filaments qui le rendent cassant, lorsqu'on veut le couder ou le plier.

Fer rouverain. C'est le nom donné au *fer* qui se casse à chaud à cause de ses gerçures.

Fer tendre. Fer qui brûle trop vite au feu.

Depuis plusieurs années, il existe aussi dans les arts, une nouvelle espèce de *fer*, nous voulons parler du *fer creux laminé.*

Cette intéressante découverte, que nous devons aux laborieuses recherches d'un homme de mérite, M. *Gandillot*, ancien élève de l'École polytechnique, est propre à une infinité d'applications (1).

Bien souvent, le *fer creux laminé* est à même de remplacer le *fer plein* avec non moins d'avantage que la *fonte*, remplace ce dernier dans d'autres cas, car, bien qu'il revienne à meilleur marché que le *fer plein*, il possède néanmoins assez de force pour offrir toutes les garanties désirables dans les circonstances où son emploi peut être admis. L'épaisseur de ses parois et son diamètre sont en effet tels, que la cohésion des particules métalliques qui forment ces sortes de cylindres creux, établit dans leur ensemble une rigidité qui, dans certains cas, approche en quelque sorte de celle du *fer plein.* Il suit de là, qu'il devient rationnel d'en populariser l'usage, toutes les fois qu'il n'y a pas lieu d'assujettir le *fer* à des efforts qui doivent surpasser ceux auxquels il est astreint dans certaines parties du bâtiment.

Ainsi, on a déjà fait un utile emploi du *fer creux laminé* pour les balustres et les barreaux de rampes d'escaliers, les barres d'appui, les porte-bâches des serres et les grilles des jardins (2).

Le commerce, aussi, en a déjà tiré un excellent parti, en l'appliquant à la confection de certains meubles, comme lits, chaises, bancs de jardins, etc., etc. C'est ce que nous nous permettons de citer en passant, bien que ces détails soient tous étrangers au sujet que nous traitons.

(1) Cette utile découverte a valu à MM. Gandillot frères une mention honorable à l'exposition générale des produits de l'industrie en 1839. Leur usine est située à la Briche, commune d'Épinay (Seine).

(2) La manutention des vivres de la guerre, les serres du Muséum d'histoire naturelle, nombre de grilles d'entrée de maisons de campagne, les bancs placés de distance en distance sur les plus nouveaux quais et sur les boulevards de la ville de Paris.

Le savant Quatremère de Quincy, dans son excellent *Dictionnaire d'architecture*, décrit ainsi l'histoire du FER.

« Tout le monde est d'accord aujourd'hui que le » *fer* fut connu dès la plus haute antiquité; plus d'un » passage des plus anciens écrits le prouvent. Mais, » dans ces temps reculés, il paraît que l'emploi de » ce métal fut moins usuel ou appliqué à beaucoup » moins d'usages qu'il ne l'est devenu dans les temps » modernes; le *cuivre* ou le *bronze*, au contraire, » avaient alors beaucoup plus d'emploi qu'ils n'en ont » parmi nous; cependant il faut dire que dans les beaux » siècles de l'art, les anciens firent servir le *fer* à l'exé- » cution des statues. PLINE et PAUSANIAS citent plu- » sieurs ouvrages célèbres en ce genre, par une sorte » d'habileté qui est tout à fait étrangère à l'industrie » moderne. Le *fer fondu* ne s'emploie aujourd'hui, en » sculpture, qu'aux plus vulgaires ouvrages de bas- » relief, si toutefois il est permis de donner le nom de » sculpture aux plaques de nos cheminées, ou à des » ouvrages de simple industrie commerciale.

» En récompense, le *fer* est bien plus souvent em- » ployé dans les constructions modernes qu'il ne le fut » dans celles des anciens; ceux-ci employèrent pres- » que toujours des crampons de *bronze* à lier les joints » des pierres, lorsque les modernes donnent la préfé- » rence aux crampons de *fer*. La raison en doit être » que le *fer* est aujourd'hui relativement moins cher, » comme jadis le *cuivre* eut sans doute le privilége du » bon marché; c'est ce qui fit qu'autrefois on employa » le *bronze* à faire des charpentes métalliques, ainsi » que PAUSANIAS et SPARTIEN nous le font connaître; le » premier, à l'égard du *forum* de Trajan, le second, à » l'égard de la *Cella Solearis* des Thermes de Cara- » calla.

» Le *fer*, de nos jours, a été mis en usage dans plus » d'un comble. Il a été employé à former la couverture » sphérique de la Halle aux Blés à Paris, pour rem- » placer celle de charpente faite selon la méthode de » *Philibert Delorme*, et que le feu avait consumée.

» Le *fer* avait déjà été appliqué dans quelques pays » à la formation des ponts; mais les ponts de fer dont » on parle, n'ont qu'une seule arche. On a construit » au commencement de ce siècle, dans Paris, deux » ponts de cinq arches chacun, dont les cintres sont » uniquement composés de *fer*. Le temps seul ap- » prendra ce qu'il y a d'économique dans ces construc- » tions, jusqu'à quel point elles sont durables, et si la » multiplicité des cintres n'est pas dans le cas d'y » occasionner des inconvénients qui ne se développent » point dans les ponts qui n'ont qu'une arcade. De- » puis, on en a construit en Angleterre, d'une plus » grande étendue. »

Fer fondu ou *fonte de fer*. La *fonte* est un métal aigre et cassant, résultant de la fusion du minerai réuni à une certaine portion de carbonate calcaire qui sert de fondant, le tout en contact avec du charbon de bois ou du *coak*, autrement dit charbon de terre carbonisé, ou ce qu'on appelle vulgairement charbon de terre desséché. Les principes constitutifs de cet amalgame sont du *fer*, du *carbone* et de l'*oxygène*. Le combustible employé à la réduction de la mine donne le *carbone*; l'*oxygène* est communiqué de deux manières : il se trouve toujours en certaine quantité, combiné avec la mine et, à l'état concret, ayant servi à la minéraliser; il se réunit au *fer* avant sa réduction; une autre portion est transmise par la compression de l'air employé pour exciter le degré de chaleur nécessaire à la fonte du minerai.

Il y a plusieurs espèces de *fontes* dont les qualités, bonnes ou mauvaises, dépendent de la quantité des mélanges et de leurs proportions relatives. Si la *fonte* est tenue en fusion pendant longtemps, pour qu'elle absorbe du carbone, et si elle est en même temps garantie de l'*oxydation*, elle recevra ce principe à excès, et formera un véritable *carbone de fer*.

L'*oxygène* combiné avec la *fonte* au plus haut degré possible, donne une substance métallique grossière, dont la cassure est poreuse, qui ne se fond qu'à une température bien supérieure à celle des usines ordinaires; qui, chaude, reçoit quelques impressions du marteau; et qui, froide, est extrêmement fragile. Dès l'enfance des fabriques de *fer*, on a dû fondre le *minerai* avec du *flux* (1) ou fondant, dans des creusets placés dans un fourneau à vent; mais cette méthode devint insuffisante quand l'accroissement des arts demanda un accroissement de matière. On bâtit de grands creusets de briques où l'on jetait, pêle-mêle, le minerai et le fondant, en animant le feu par le vent d'un ou deux soufflets; progressivement, on exhaussa la paroi, et on obtint une tour creuse, très-élevée, à laquelle on donne aujourd'hui le nom de *haut fourneau*.

Le secret de travailler le *fer fondu* fut sans doute connu des anciens, et servit probablement à l'exécution des statues dont parlent PLINE et PAUSANIAS. Il s'est perdu, et a été retrouvé dans ce dernier siècle. C'est au moyen de ce secret qu'on a exécuté la belle rampe du grand escalier du *Palais-Royal*, et la grille du chœur de *Saint-Germain-l'Auxerrois*, qui, depuis qu'elle a été restaurée, ainsi que l'église tout entière, par les soins d'un jeune architecte (2) plein de zèle et de talent, que ses profondes études sur l'architecture gothique et de la renaissance ont placé, sans contredit, au premier rang de nos savants artistes, peut passer pour un de ces chefs-d'œuvre dans lesquels se découvrent si pompeusement toute l'habileté et le génie des temps passés.

Citerons-nous aussi ces dentelles et ces festons en *fonte*, si habilement incrustés dans les panneaux des

(1) Se dit des matières qui facilitent la fusion des métaux; c'est surtout la *pierre calcaire* et l'*argile* qu'on emploie comme fondants; la première s'appelle *castine*, l'autre *herbue*.

(2) M. Lassus.

portes latérales de la façade de la *Notre-Dame de Paris?* Le grand âge de cette vieille cathédrale n'indique-t-il pas suffisamment que, même à cette époque reculée, l'art du sculpteur savait déjà trouver dans l'emploi de la *fonte*, comme ornement, un puissant auxiliaire destiné à perpétuer le souvenir de son génie et de ses travaux?

En effet, tous ces rinceaux dont les nervures et les creux sont encore aussi purs que s'ils sortaient de la main de l'ouvrier, sont découpés avec tant d'art et les fonds ont été si bien ménagés, que l'on pourrait, en quelque sorte, assimiler ces grands panneaux de portes à ces belles armures chamarrées du moyen âge, dont les nombreuses et brillantes arabesques étaient les marques distinctives des exploits et de la haute naissance des guerriers qui en étaient couverts.

On distingue trois sortes de *fontes* : la *fonte grise* ou de première fusion; la *fonte verte* ou de deuxième fusion; enfin la *fonte blanche* ou *épurée*.

On emploie la *fonte grise* pour toutes les parties de construction de ce genre, qui demandent de grandes dimensions, et à être douées d'une grande résistance, telles que les colonnes, les conduits pour les eaux, les roues d'engrenage, les arcs de ponts, les sabots ou semelles de points d'appui, enfin pour tout ce qui est destiné (en fait de *fonte*) à opposer la force d'inertie au poids de corps volumineux et très-lourds.

On fait usage de la *fonte verte* pour les balcons, les pilastres et barreaux de rampes, et les marches d'escaliers; en un mot, pour tout ce qui a plutôt trait à l'ornement qu'à la construction.

La *fonte blanche*, qu'on appelle plus généralement *fonte française*, s'emploie exclusivement en mécanique; elle est d'un grain très-doux, très-facile à travailler à la lime; et sa couleur a quelque analogie avec celle de l'acier mat.

Elle sert à la fabrication des poulies, des rochets de pivots, enfin à une infinité d'organes accessoires de la mécanique, qui n'exigent ni d'action ni de résistance de premier et de second ordre.

Un des premiers ingénieurs mécaniciens, qui ait employé le plus fréquemment cette sorte de *fonte* dans l'établissement de ses machines, est M. Journet, qui a su en tirer un parti très-avantageux, comme poulies de venue et de renvoi, appliquées à ses échafauds volants.

Il se fabrique aujourd'hui, dans le département de la *Haute-Marne*, de nouvelles *fontes* noires pour seconde fusion. Ces *fontes*, d'une cristallisation très-fine, sont assurément supérieures aux *fontes* anglaises n° 1, et incomparables sous le rapport de la ténacité. Elles reviennent à 17 fr. 50 c. le cent prises à l'usine.

La *fonte*, quoique d'un usage beaucoup plus répandu de nos jours, qu'elle ne l'était il y a même un petit nombre d'années, ne nous offre encore, au point de vue de son emploi dans nos constructions ordinaires, que des ressources assez bornées, quand on les compare surtout à celles innombrables et de premier ordre que nous tirons du *fer*, à cause de sa grande souplesse et de son extrême rigidité, dans toutes les circonstances de son application.

Douée d'une résistance incalculable quand on lui impose un poids aussi considérable que possible dans le sens direct de pression, la *fonte* perd une très-grande partie de sa force et n'est rien moins que très-secondaire, quand il lui faut obéir, soit à un mouvement de traction, soit à une tension quelconque.

Ce n'est donc, selon nous, que dans l'hypothèse seule de *refoulement*, que la *fonte* remplit toutes les conditions désirables, et lorsqu'il s'agit surtout d'opposer sa vertu de rigidité à la pression directe de solides plus ou moins pesants.

Ainsi, ce métal offrira les conditions d'une solidité à toute épreuve, lorsqu'il sera employé comme quille ou colonne destinée à servir de point d'appui à l'érection d'un édifice quelconque; mais, alors, il deviendra convenable de multiplier le nombre de ces mêmes colonnes, et d'augmenter leur diamètre en raison de leur plus grande hauteur, comme en celle de la plus grande élévation de ce même édifice.

Il est cependant des circonstances où la *fonte*, tout en n'étant pas employée selon les lois de sa propriété toute spéciale, peut présenter autant de garanties que le *fer*. Nous voulons parler des avantages qu'on en a déjà retirés dans la construction des combles, dont quelques-uns couvrent des monuments, ainsi que de vastes établissements industriels; mais ici, hâtons-nous d'en convenir, ces éléments de construction, tout en se supportant d'eux-mêmes, ne reçoivent la charge d'aucun corps étranger, et acquièrent même une certaine somme de rigidité qui résulte des combinaisons d'emmanchements de ces combles.

Si, comme *ornement*, la *fonte* a déjà fourni de bien précieuses ressources à tous les constructeurs, tant sous le rapport de la variété infinie des ajustements, que sous celui du bon marché de sa fabrication, aujourd'hui, elle ne laisse pas non plus que de prêter souvent son appui à quelques systèmes de constructions particulières dont nous donnerons plusieurs exemples dans le cours de cet ouvrage.

Abordant la catégorie de l'application de la *fonte*, à la construction des ponts, à la science qui est exclusivement du domaine de l'ingénieur, nous nous bornerons à citer textuellement un passage de la notice de M. *Polonceau* sur le *nouveau système* de *ponts en fonte*. L'opinion formulée par ce savant et habile ingénieur, est, à nos yeux, le meilleur exposé qui puisse être fait sur cet intéressant sujet :

« On n'a fait aucun pont en *fer* forgé de quelque im-
» portance en Angleterre, et il n'est pas probable que
» l'on en exécute dans ce pays ni dans le nôtre, parce
» que ce métal est plus flexible, plus cher et plus oxy-
» dable que la *fonte*; qu'il ne peut, à raison de sa va-
» leur intrinsèque et des difficultés de forge, être em-

» ployé comme la *fonte* moulée avec une assez grande » épaisseur, pour procurer de larges portées avec de » forts épaulements; et pour permettre le serre- » ment avec des coins, serrement qui, seul, peut » donner aux arcs des ponts en métal la tension né- » cessaire pour leur stabilité.

» Une seconde condition de la stabilité des arcs est » d'être rigide, afin de résister aux fléchissements et » aux déversements latéraux, causes principales de » danger dans les fermes en *fer* ou en *fonte*. Or, la » *fonte* est encore plus propre que le *fer* à satisfaire à » cette dernière condition; en effet, on sait que le *fer* » forgé est beaucoup plus flexible que la *fonte*, et que » sa qualité spéciale, résidant dans sa grande cohé- » sion, on doit l'employer de préférence, pour résis- » ter aux efforts de traction ou d'arrachement, tandis » que la force de la *fonte*, consistant dans sa rigidité, » son meilleur emploi est celui qui s'oppose aux effets » de pression et d'écrasement. Donc, pour former » des arcs de ponts fixes qui doivent surtout résister » aux pressions, on doit employer le métal le plus ri- » gide, qui est la *fonte* plutôt que le *fer* forgé qui l'est » beaucoup moins. Par ces motifs, il serait, à mon » avis, aussi peu rationnel de faire des cintres de » ponts fixes de grande ouverture en *fer* forgé que de » composer des chaînes de ponts suspendus avec » des anneaux ou des barres en *fonte*. Nous ferons en- » core remarquer qu'il résulte de l'infériorité du *fer* » forgé, sous le rapport de la rigidité, qu'une pièce » de métal, soumise à de fortes pressions, comme » celles qu'ont à supporter les fermes des ponts fixes, » fléchirait beaucoup plus facilement qu'une pièce » de *fonte* de longueur égale et de même épaisseur; » en sorte que, pour éviter le danger du déversement » des grandes pièces de *fer*, il faudrait, ou leur don- » ner des épaisseurs plus grandes que celles des pièces » de *fonte* semblables, ce qui, à raison du prix élevé » du *fer* forgé, augmenterait beaucoup les dépenses, » ou fortifier ces pièces par des armatures latérales, » ou bien encore, multiplier beaucoup les entretoises; » tous moyens fort dispendieux. Il suit de là que les » ponts de grande dimension et praticables aux voi- » tures, construits en *fer* forgé, seraient nécessaire- » ment moins rigides, moins stables, moins durables, » et cependant beaucoup plus chers que des ponts en » *fonte*, de même grandeur et de même force; et, » qu'étant plus flexibles, ils auraient des vibrations » plus fortes et fatigueraient par conséquent beau- » coup plus.

» L'on ne peut guère employer avec avantage le *fer* » forgé en cintres, que pour des ponts de petite ou- » verture, ou pour des passerelles de piétons; mais, » dans ce dernier cas, les ponts suspendus seront tou- » jours préférables, parce qu'ils remplissent le même » but à meilleur marché.

» Quand on réfléchit aux avantages que présentent » les ponts en fonte, on est porté à s'étonner de ce que » l'on en ait exécuté si peu en France et même en An- » gleterre, où l'on a une si grande habitude de l'em- » ploi de la fonte et où elle est à si bon marché. Si l'on » compare ces sortes de ponts aux ponts en pierre, » on trouve qu'ils sont plus faciles à exécuter et beau- » coup moins dispendieux, et que, quand ils ont des » tabliers en *fonte*, ils ne doivent leur céder en rien » en durée, si même ils ne leur sont supérieurs. En » effet, la *fonte* est plus inaltérable et plus également » résistante que la pierre; elle convient mieux pour » les ponts de grande ouverture, parce que le poids » d'une arche en *fonte* étant de beaucoup inférieur à » celui d'une arche en pierre de même ouverture, on » a moins à craindre l'ébranlement et le mouvement » des piles et des culées que l'on peut, par cette rai- » son, exécuter à meilleur marché.

» Comparés aux ponts en charpente, les ponts en » *fonte* coûtent moitié environ plus que ceux qui, dans » cette catégorie, ont des piles en pierre; mais leur » durée est indéfinie, et tandis que l'entretien des » ponts en charpente est fort coûteux, celui des ponts » en *fonte* est presque nul.

» Enfin, la différence entre la dépense des ponts fixes » en *fonte* et celle des ponts suspendus bien exécutés » n'est pas aussi considérable qu'on pourrait le croire.

» En cherchant à se rendre compte des motifs qui » ont pu empêcher la multiplication de ce genre de » ponts en *France*, et en recueillant toutes les opi- » nions émises par les hommes les plus éclairés, nous » trouvons trois causes principales à la défaveur qui » s'est opposée jusqu'ici au développement de cet » ordre de construction.

» 1° La grande cherté de la *fonte* avant 1830, ainsi » que le peu de facilité et de sûreté que l'on trouvait » alors dans nos fonderies pour les applications de ce » genre.

» 2° L'élévation du prix des deux seuls ponts en *fonte* » exécutés en France avant cette époque, lesquels, en » effet, ont coûté presque autant que des ponts en » pierre, savoir : le pont des Arts, 900,000 fr.; et le » pont d'Austerlitz, 2 millions et demi, non compris » les abords.

» Et 3° les inquiétudes qu'ont fait concevoir les ac- » cidents arrivés au pont des Arts par la surcharge, » sur l'une des fermes de tête, d'une foule de per- » sonnes qui s'étaient portées d'un seul côté du tablier, » et au pont d'Austerlitz, par les nombreuses ruptures » dans les voussoirs et dans les tympans, déterminées » par la seule action du passage des voitures.

» Ces deux ouvrages d'art sont établis d'après deux » systèmes tout à fait différents. Dans le pont d'Aus- » terlitz, les arcs et les tympans, composés de vous- » soirs en châssis, ont tous les inconvénients inhérents » à ce système, et que nous avons précédemment in- » diqués; de plus, ces châssis sont minces, fort » découpés, et présentent de grandes inégalités d'é- » paisseur. Il y a lieu de croire que ces inégalités ont

» été la cause première des ruptures, parce qu'elles » ont déterminé des fissures de retrait, insensibles » d'abord, mais que les vibrations ont augmentées » d'autant plus vite que la *fonte* est dure et sèche. » Nous ferons encore remarquer que toutes les entre- » toises qui relient les arcs de deux en deux mètres, » sont de simples barres de *fonte* quarrées de 0m,07, » perpendiculaires aux voussoirs.

» Le mode de construction du pont des Arts, qui » est composé de grands arcs reliés par des entretoises » obliques, est plus rationnel; mais il pèche par la » faiblesse des dimensions des arcs principaux, par » des surépaisseurs assez fortes pour causer des iné- » galités de retraits, et surtout, par la retombée de » petits arcs intermédiaires qui portent précisément » sur les reins des grands.

» Ces divers arcs ayant des dimensions et des cour- » bures différentes, les inégalités d'amplitude et de » durée des vibrations qu'ils éprouvent, tendent à » produire, par la rencontre des ondulations en sens » contraire, des chocs saccadés qui, quand ils se mul- » tiplient par des vibrations fortes et prolongées, doi- » vent déterminer des ruptures. Dans l'un ou l'autre » de ces ponts, on a sacrifié la stabilité à la légèreté » et à l'élégance, en arrêtant les piles aux naissances » des arcs : il en résulte que les vibrations d'une » arche se propagent sans amortissement et sans dis- » continuité dans les arches voisines; et il est aisé de » comprendre que, quand ces vibrations sont fortes » et s'opèrent à la fois dans deux sens contraires, » comme cela arrive souvent, elles doivent occa- » sionner des ruptures dans les parties faibles. »

De tout ce qui vient d'être dit, nous devons conclure que les nombreuses études déjà faites sur la solidité de la *fonte*, ainsi que les expériences qui les ont suivies, offrent aujourd'hui à l'art du constructeur des ressources variées et de premier ordre qui, cependant, étaient en quelque sorte encore inconnues il y a vingt ans. Les nombreux exemples que nous citerons de l'application de ce métal dans la construction des combles, des ponts, des chemins de fer, voire même de monuments entiers érigés par cette méthode, nous dispensent, pour le moment, de nous étendre davantage sur cette importante partie de notre ouvrage.

La *tôle* n'est autre que du *fer* étendu en lames ou feuilles plus ou moins déliées à l'aide du laminoir (1) et battues ensuite au marteau; la serrurerie l'emploie à divers ouvrages, tels que les cloisons de serrures, les platines des targettes et des verrous, les doublages des portes cochères et de celles de sûreté, les soubassements de grilles, les caisses ou tambours à sonnettes, enfin à une infinité de détails qu'il deviendrait inutile d'énumérer ici. Depuis quelques années, cependant, la *tôle* est tombée dans le domaine de la construction; on est parvenu, en France et à l'étranger, à en disposer la vertu de résistance, de manière à l'employer avec beaucoup de succès pour l'établissement des planchers, des combles, même de très-grandes portées, ainsi que des toitures, après avoir préalablement soumis ces feuilles métalliques aux effets de la galvanisation ou étamage par un nouveau procédé.

(1) Le laminoir est une machine composée de deux rouleaux ou cylindres, entre lesquels on fait passer les lames de métal, auxquelles on donne l'épaisseur qu'on veut, en approchant plus ou moins les cylindres; cette machine est mue par une pompe à feu ou machine à vapeur.

La *tôle* se fabrique dans diverses proportions; très-mince, elle est employée dans la fumisterie, pour les tuyaux de poêles, les girouettes, les buses de têtes de cheminées, etc.; un peu plus forte, c'est dans les constructions qu'elle trouve sa place; enfin, lorsqu'elle atteint une épaisseur de 0m,004 à 0m,006, elle s'appelle *tôle de roche*, et est, plus généralement que toute autre, employée dans la chaudronnerie, pour l'établissement des chaudières de toutes les machines à vapeur.

La vieille *tôle*, combinée avec le *fer*, à l'aide du feu, donne un alliage métallique extrêmement doux et très-dense; le plus communément, les maréchaux ferrants emploient ce procédé pour la confection des fers pour les chevaux.

En *Russie*, on se sert principalement de la *tôle*, qu'on recouvre toutefois d'une couche de peinture préservatrice de l'oxydation, pour la toiture des édifices publics, et même pour celle des maisons particulières; en *Angleterre*, elle est employée à une infinité d'objets relatifs à la construction et à la mécanique, et si, en *France*, l'usage de ce métal devient de plus en plus répandu, c'est que, depuis quelque temps surtout, on a su apprécier tout l'avantage des systèmes de constructions légères et incombustibles.

A Paris, un de nos entrepreneurs les plus versés dans l'art de la serrurerie (1), a très-ingénieusement su tirer parti de la *tôle*, en l'adaptant à une infinité de combinaisons, telles que croisées, châssis à tabatière, serres, chauves-souris de combles, archivoltes, etc.

Un nouveau système de plancher entièrement en *tôle*, vient d'être inventé par un ingénieur civil, M. Schwikardi.

Ce système consiste en la substitution de feuilles de *tôle* doublées et maintenues entre elles, à l'aide de rivets, aux éléments ordinaires de la charpente en bois.

Ces nouvelles solives en *tôle*, sur champ, sont renforcées sur l'une et l'autre face, par un double rebord assez saillant supérieur et inférieur, lesquels ont pour office de donner toute la rigidité nécessaire à ces longues feuilles métalliques très-flexibles de leur nature, et de les faire résister ainsi aux fléchissements et aux déversements latéraux.

Dans chacun des entrevous de ces solives, les rebords inférieurs sont, en outre, destinés à servir de

(1) M. *Travers*.

tasseaux à des tuiles qui tiennent lieu d'augets pour recevoir les plâtres des plafonds.

Soumis à l'examen d'une commission du conseil des bâtiments civils, et à celui de plusieurs architectes et ingénieurs habiles, ce nouveau système de planchers incombustibles a été jugé devoir posséder, dans son ensemble, toutes les conditions de durée, de résistance et de stabilité désirables, mais dans la seule hypothèse de surfaces relativement restreintes (2 mètres de côtés).

Cependant, un de nos plus habiles entrepreneurs de *serrurerie*, M. *Leturc*, dont la savante théorie, jointe à une pratique consommée dans son art, et dont, aussi, une infinité de ressources imaginatives ont, jusqu'à ce jour, puissamment contribué à l'extension des progrès de l'industrie ferronnière, vient de combiner un système de comble exclusivement en *tôle*, qui fait partie du projet d'abattoir de la ville de *Bourges* (Cher).

La simplicité de cet engencement métallique, l'économie notable apportée dans l'emploi des éléments qui le forment, la mutuelle cohésion des forces qui en créent le parfait équilibre, tout, enfin, concourt à faire de cette utile découverte un principe d'application bien propre sans doute à développer les idées des constructeurs disposés à mettre un jour à profit cette méthode aussi nouvelle que peu coûteuse.

Toutefois, nous ne nous étendrons pas davantage pour le moment sur cette spécialité de la *tôle*, comme application dans la construction, nous réservant de traiter plus loin ce sujet dans tous ses détails, et de consacrer plusieurs chapitres de notre livre à cette division toute distincte de l'art de la *ferronnerie*.

En définitive l'emploi de la *tôle* dans les constructions, est aujourd'hui, à nos yeux, le complément obligé de tout système qui aurait pour but de mettre telle ou telle localité à l'abri de l'incendie. Nous dirons, cependant, en vertu du principe qui veut que *dans tout il y ait des bornes*, qu'il serait irraisonnable de porter cette application trop loin et de suivre en cela l'exemple de ce propriétaire anglais dont parle le célèbre *Bazaine*, dans son savant mémoire sur les planchers incombustibles, qui fait suite à cet ouvrage.

Telles sont, avant d'entrer en matière sur chacune des applications spéciales du *fer*, de la *fonte* et de la *tôle*, qui sont toutes du domaine de la science du constructeur, telles sont, disons-nous, les considérations générales que nous avons jugé à propos de soumettre à tous les hommes spéciaux en la matière, soit architectes, soit ingénieurs civils et militaires, soit aussi entrepreneurs. Nous avons pensé que ces diverses explications étaient de première nécessité, afin de les mettre tous à même de s'identifier avec les principes de ces éléments de construction, avant d'en propager l'emploi dans un art dont le mérite n'est réel, que tout autant qu'il est fondé sur une parfaite connaissance des choses, et sur les lois de l'expérience et de la pratique.

	Décimètres cubes.	Pieds cubes.
L'acier pèse..	$7^{k}833^{m}$	— $268^{k}495^{c}$
Le fer pèse. .	7,788	— 266,949
La fonte pèse	7,207	— 247,034

La tôle commune pèse 7,885 le mètre carré.

TITRE II.

DU FER ET DE LA FONTE,

SUIVANT LEURS DIFFÉRENTS EMPLOIS.

CHAPITRE PREMIER.

DES COLONNES EN FONTE.

Les colonnes en *fonte* remplacent aujourd'hui très-communément les piles en pierre et les poteaux en charpente dans nos constructions particulières, soit qu'il faille, pour l'érection d'une façade, augmenter la résistance d'un poitrail, en plaçant une, deux ou quatre de ces espèces de quilles dans le milieu du vide compris entre ses portées, soit qu'il devienne nécessaire de roidir des poutrelles ou des sablières destinées à recevoir la charge de pans de bois ou de murs en briques, quand on veut, toutefois, obtenir au rez-de-chaussée d'une maison, des distributions plus vastes qu'aux autres étages.

Bien que, par leur diamètre exigu, les colonnes en *fonte* privent les boutiques de beaucoup moins de lumière que les piles en pierre, et permettent aussi de jouir d'une plus grande surface de terrain dans les localités à rez-de-chaussée, on ne peut, cependant, se dissuader que ce système de construction, tout exceptionnel, n'offre pas, à beaucoup près, autant de garantie que lorsque ces mêmes points d'appui sont en pierre, ou en charpente d'un équarrissage semblable à celui des anciens poteaux que nous retrouvons encore dans les constructions d'une époque bien antérieure à la nôtre. En effet, pour peu qu'on se rende compte de toutes les précautions à prendre pour poser une colonne en *fonte* selon les *bonnes conditions* de sa propriété résistante, et qu'on veuille interroger les vices cachés dont cette matière métallique n'est que trop souvent affectée, tels que les *pailles, œils, soufflures,* et aussi sa *fragilité naturelle*, ainsi que les cas de fracture qui peuvent inopinément surgir, on reconnaîtra facilement qu'un tel point d'appui est susceptible de faiblir instantanément sous la puissance d'un choc tant soit peu vigoureux, s'il n'est placé de manière à résister dans le sens d'un *exact refoulement.*

C'est pourquoi, nous ne saurions trop recommander aux praticiens de se bien pénétrer de toutes les exigences de ce mode tout spécial de construction, tant préféré dans ces temps de spéculation, où presque tous les propriétaires sacrifient souvent la solidité de leurs maisons à l'appât d'un revenu important sans doute, mais que d'urgentes consolidations peuvent absorber d'un moment à l'autre, et de faire toujours coïncider, soit la force, soit le nombre de ces points d'appui avec le poids plus ou moins imposant, autrement dit avec le nombre d'étages que ces colonnes sont destinées à supporter.

La planche première traite de ces différentes applications :

La figure première représente une colonne *isolée*,

en *fonte*, recevant la charge d'un poitrail qui aurait à supporter un ou deux étages.

A est la colonne en *fonte* vue en plan et en élévation.

B est une semelle en *fer*, qui sert d'assiette à la portée de la colonne; cette semelle repose elle-même sur une assise en pierre dure dont les dimensions doivent varier en raison du nombre de colonnes.

Le chapeau C en *fer*, servant de couronnement à la colonne, a pour office d'augmenter la surface de résistance à opposer aux fléchissements du poitrail. Ce chapeau est renforcé sur deux de ses côtés par deux coudes DD qui, encastrés dans le plein du bois, lient en quelque sorte le poitrail avec le point d'appui.

Dans le milieu de la semelle B, et dans celui du chapeau C, est pratiqué un œil E destiné au logement de goujons qui établissent une solidarité complète entre tous les éléments de ce système.

Lorsqu'il s'agit de donner à une maison plus de deux étages au-dessus du rez-de-chaussée, et lorsqu'on veut même profiter de toute la hauteur accordée par les règlements de la voirie, il y aurait imprudence à employer, pour points d'appui intermédiaires, des colonnes *isolées*, car la pesanteur de la façade et des parties de planchers que celle-ci supporte, tendrait à les faire sensiblement faiblir; c'est dans ce cas, que l'on a ordinairement recours à l'emploi des doubles colonnes ou colonnes jumelles (*voy.* fig. 2), qu'on a, toutefois, soin de marier à l'aide de trois brides d'embrassure en fer FFF, avec coin G et boulon H (*voy.* fig. 4), afin d'en tenir toutes les parties dans leur position normale.

On emploie le système de quadruple colonne ou *faisceau* (*voy.* fig. 3), lorsque le vide des baies de boutiques dépasse de beaucoup les dimensions ordinaires; on l'emploie, quand les façades sont érigées en pierre jusqu'au maximum de leur hauteur, et qu'elles ont des trumeaux très-larges, ou bien encore, lorsque des points d'appui de cette nature sont destinés à supporter en l'air des fardeaux considérables, tels que des réservoirs, des couleries à plomb, etc., etc., etc.; mais, tout en suivant le même mode de pose (*voy.* B et C, fig. 1 et 2) et d'agrafement (*voy.* FFF, fig. 4) que pour les colonnes jumelles, il devient alors nécessaire de donner à ces colonnes un diamètre plus fort, et qui soit en rapport avec leur grande hauteur (*voy.* fig. 3).

Il est certains quartiers, dans Paris, où non-seulement on emploie les colonnes en fonte au rez-de-chaussée, mais aussi à l'entresol, afin de satisfaire à quelques exigences de la vie commerciale.

Comme, dans nombre de cas, ce dernier système de construction est tel, que la *fonte* ne pourrait posséder, dans la hauteur de deux étages, assez de rigidité pour porter sûrement le poids des étages supérieurs, on a remédié à cette insuffisance par le mode de superposition de ces colonnes (*voy.* fig. 5), posées et agrafées comme celles dont nous avons parlé plus haut (*voy.* fig. 2 et 4); les colonnes supérieures viennent s'asseoir sur celles inférieures dans le sens de leur aplomb, et en sont seulement séparées par une plaque ou semelle en fer C (*voy.* fig. 6), laquelle, en même temps qu'elle sert de chapeau aux colonnes du rez-de-chaussée, remplit aussi les fonctions de semelles pour les colonnes du premier étage (*voy.* les fig. 1, 2 et 3).

Dans la plupart de ces cas, on a recours à un autre mode, c'est à celui d'employer les poitrails en charpente, qui, tout en venant reposer sur les colonnes inférieures, servent, d'un autre côté, de point d'appui à celles supérieures (*voy.* fig. 7); dès lors, la semelle B′ embrasse, dans toute leur épaisseur, ces mêmes poitrails, dont l'écartement est rendu impossible par les parties coudées D′D′ (*voy.* fig. 7).

On peut citer, cependant, plusieurs exemples où les colonnes en *fonte* comportent un double étage, c'est-à-dire, le rez-de-chaussée et l'entresol; mais, alors, elles possèdent non-seulement un diamètre beaucoup plus fort que celui ordinaire, mais, elles sont, qui plus est, solidement agrafées au plancher qui, en divisant les deux étages, établit dans le milieu de ce double étage de colonnes, une section de résistance égale à celles extrêmes.

Ces différents emplois des colonnes en *fonte*, comme supports des façades de maisons, pouvant s'appliquer également aux poutrelles et aux sablières des pans de bois, en raison du poids dont celles-ci doivent être chargées, d'un autre côté, le diamètre et le nombre de ces colonnes devant toujours répondre aux exigences des constructions qu'elles sont appelées à soutenir, c'est à la pratique seule qu'il appartient de déterminer les cas dans lesquels l'usage d'un seul ou de plusieurs de ces points d'appui, doit présenter toutes les garanties voulues par les saines règles de l'art de bâtir.

L'expérience basée, toutefois, sur les nombreuses observations que nous avons recueillies, prouve que l'on peut admettre ainsi la résistance exacte de ces divers poteaux métalliques.

Savoir :

Pour une colonne isolée, à	8,975 kil.
Pour deux colonnes jumelles, à. . .	17,449 kil.
Pour un faisceau ou quadruple colonne, à.	24,935 kil.

Ce n'est pas, cependant, qu'on doive considérer ces trois résultats comme maximum des pressions que peuvent subir ces colonnes de différents diamètres, mais, dans la pratique, on fera toujours bien de ne pas leur imposer des charges trop excédantes; dans ces derniers cas, il sera toujours prudent d'augmenter le nombre de ces points d'appui.

Prix de revient (1).

Une colonne isolée, pesant 225 kil., fournie et posée, coûte. . . . . 85 fr.

Deux colonnes jumelles, pesant ensemble 520 kil., coûtent. . . . . 250 fr.

(1) En se basant sur les dimensions données par les détails de la planche première.

Un faisceau ou quadruple colonne, pesant, 1,460 kil., coûte, le tout. . . . . 500 fr.

En comprenant toutefois dans chacun de ces articles les armatures en *fer*, qui font partie de ces différents systèmes.

Le prix du kil. de *fonte* est de 38 centimes.
Celui du *fer* est de. . . . . 40 centimes.

CHAPITRE II.

DU FER DE GROS OUVRAGES, OU GROS FER.

Le fer est l'âme du bâtiment, a dit un vieil adage dont la vérité ne saurait être contestée. En effet, de toutes les parties qui constituent l'art de bâtir, il n'en existe, pour ainsi dire, aucune, dont les matériaux de même nature, ou de natures différentes, ne demandent, dans une infinité de cas, à être reliés les uns aux autres, afin de former, par leur réunion, ce *tout durable et solide* très-justement traduit par ce mot : *bonne construction*, qui, à lui seul, caractérise l'œuvre de l'artiste familier avec la pratique de tous les arts qui peuvent concourir à la formation de toutes sortes d'édifices.

Le *fer* répond à toutes ces exigences.

Dans la planche deuxième, sont représentés les divers emplois les plus fréquents du *gros fer* dans la construction, suivant les différentes dénominations que nous allons analyser.

On appelle *plate-bande* (*voy.* fig. 1) une barre de *fer* plat de 0,06 de largeur sur 0,015 d'épaisseur, recourbée en équerre à l'un et à l'autre bout, et percée de plusieurs trous, dans sa longueur qui n'excède pas, ordidairement, deux mètres.

Elle sert à relier ensemble diverses parties de charpente, telles, que les chevêtres venant buter parallèlement l'un à l'autre, sur les deux rives d'une enchevêtrure, et elle annihile ainsi tout effet d'écartement dans les assemblages des planchers.

Le *tirant* (*voy.* fig. 2) est une barre de *fer* de même calibre que la *plate-bande;* il est recourbé d'un bout, et percé de trous dans sa longueur laquelle est de $1^{m},30$ au plus ; à son autre bout, est pratiqué un œil dans lequel passe une ancre (*voy.* fig. 3) ronde ou carrée, dont, suivant différents cas, l'office est d'empêcher l'écartement d'une voûte, de retenir un mur ou un pan de bois, poussant au vide, ou, à en lier certaines parties avec les principales pièces d'un plancher.

Ancre (*voy.* fig. 3) se dit d'une barre de *fer* ronde ou carrée, dont la longueur est ordinairement de $1^{m},00$ à $1^{m},30$, qu'on fait passer par l'œil d'un tirant (*voy.* fig. 2) pour remplir l'office mentionné ci-après.

Dans les constructions des maisons particulières, qui, la plupart, sont érigées en moellons ou en pans de bois, on fait exclusivement usage des ancres en *fer carré,* que l'on encastre au droit du nu extérieur des murs, pour éviter tout effet d'écartement, ou que l'on pose sur le milieu de ces mêmes murs, lorsqu'elles doivent servir de centre de tirage à plusieurs chaînes (*voy.* fig. 9); mais, lorsqu'il s'agit de l'érection d'un édifice public, dont les murs de face sont généralement en pierre, on a toujours recours aux ancres en *fer* rond, qui, par leur forme cylindrique, sont pour les chaînes dont elles retiennent les extrémités, autant de points de tirage, plus solides que s'il s'agissait d'ancres en *fer* carré ; nous devons dire aussi que, ne pouvant se loger dans le cœur de la construction qu'à l'aide d'un *battage au beurre*, elles étonnent la pierre beaucoup moins que les ancres en *fer* carré.

On désigne par *étrier* (*voy.* fig. 4), une bande de *fer* de $0^{m},05$ de largeur sur $0^{m},015$ d'épaisseur, formant deux coudes ou bifurcations en équerre, dont les deux bouts sont tournés vers le haut, et arrêtés. L'*étrier* sert à lier l'extrémité d'une solive, d'un chevêtre, avec les pièces principales d'un plancher, en même temps que son empatement contribue essentiellement à consolider l'assemblage de ces dernières pièces entre elles, sans, pour cela, avoir besoin de les affamer par une plus grande profondeur de mortaise.

Dans les combles, l'*étrier* sert également à lier les pannes avec les arbalétriers.

Les fig. 5, 6, 7 et 8 représentent divers modes de *boîtes en fonte* pour chaînages, de l'invention de M. Didier, entrepreneur et praticien très-habile, en fait de coups de forge.

Ces *boîtes* ont pour office de contenir dans des limites exactes de roidissement, les parties de chaînages qui militent le plus, comme étant celles qui approchent immédiatement de l'ancre ou centre de résistance aux mouvements du tirage qui s'opère sur toute la longueur des chaînes.

En effet, il est évident que les deux extrémités d'une chaîne étant bien maintenues sur toutes leurs faces, la somme de tirage de la chaîne entière sera beaucoup plus exacte que dans le cas où, étant livrées à leur propre poids, ces mêmes extrémités se trouveraient privées de toute la fixité qu'elles acquièrent par le fait de leur introduction dans ces *boîtes en fonte*.

Cette méthode a été, du reste, très-avantageusement employée, par l'architecte *de Gisors*, dans les nouvelles constructions du palais de MM. les pairs.

La fig. 5 désigne l'emploi d'une *boîte en fonte* au point de solution de continuité d'une chaîne s'étendant sur toute la longueur d'un mur isolé.

Dans la fig. 6, en même temps qu'elle remplit les mêmes conditions que ci-dessus, cette *boîte en fonte* possède, de plus, un avant-bec en équerre sur ceux horizontaux, lequel sert à loger l'extrémité d'une chaîne s'étendant sur un mur perpendiculaire à un autre prolongé.

La figure 7 représente une *boîte en fonte* servant de logement aux extrémités de deux chaînes se rencontrant à l'angle saillant d'une construction.

La *boîte* à quatre branches, représentée dans la figure 8, sert à recevoir les extrémités de quatre chaînes s'étendant sur des murs aboutissant au même point, suivant des angles droits.

Pour donner aux *chaînes* (elles ont ordinairement $0^m,07$ de largeur sur $0^m,015$ d'épaisseur) tout le roidissement qu'il est possible d'en attendre, on a soin de les diviser en plusieurs parties, et suivant des longueurs qui ne dépassent pas ordinairement 4 à 5 mètres; mais, afin de rétablir la non-solution de continuité nécessaire à l'efficacité du tirage de ces *chaînes* dans toute la longueur des murs sur lesquels elles sont placées, l'on a également soin d'en relier les points de jonction à l'aide d'un *trait de Jupiter*.

Cette méthode consiste à renfler chacune des extrémités de ces diverses parties de *chaînes* de manière à ce qu'étant superposées l'une à l'autre, il soit ménagé un vide qui sert de logement à deux clavettes; celles-ci, coupées en biseaux, viennent, à l'aide de coups de marteau, remplir exactement ce vide, et tendent, en se pressant ainsi, à souder en quelque sorte l'une à l'autre ces extrémités de *chaînes* qui ne peuvent s'écarter dans aucun sens, retenues qu'elles sont par deux brides extérieures qui les embrassent au droit du renflement; c'est ce que représente la *figure* 9 de cette deuxième planche.

Le système de *bride à boulon*, qui fait l'objet de la *figure* 10, s'emploie ordinairement en construction lorsqu'il s'agit de juxtaposer l'une à l'autre des pièces de bois de fortes dimensions et surtout de grande largeur.

Ce genre d'armature est d'autant préférable à tous les autres dans les cas dont nous venons de parler, que les parties qui les composent fonctionnent toutes dans le sens de leur plus grande force; car dans l'hypothèse de fléchissement d'un ensemble de charpente reliée par ce système, il est évident, d'un côté, que les *boulons* ne peuvent lâcher prise, étant en tirage direct et serrant les rives de la charpente à l'aide de leurs écrous de pression; et de l'autre, que les *plates-bandes* d'embrassure ne peuvent fléchir, étant renforcées, dans leurs parties les plus faibles, par les têtes et les écrous de ces mêmes boulons. Il n'y a donc pas lieu d'appréhender ici des cas de fracture comme ceux qui pourraient survenir si on substituait à ce genre d'armature celui dont il est question dans la *figure* 11.

En effet, en employant le système de *bride-coudée*, on ne peut se dissuader que l'on coure le risque de voir se manifester, d'un instant à l'autre, des cas de fracture, surtout au droit du coude de ce genre de *bride*, dont l'effet de bifurcation admet, pour la partie horizontale, une somme de résistance bien inférieure à celles verticales; car, bien qu'il n'y ait pas division dans l'espèce, l'angle donné par ce coude produit naturellement une section de résistance résultant des deux directions opposées de tirage de cette *bride*, qui, cependant, n'est formée que d'un seul morceau.

La *bride-coudée* peut donc être utilement employée dans les parties accessoires d'une construction, et surtout dans le système de planchers de second ordre, lesquels par conséquent ne doivent pas être destinés à recevoir des charges considérables.

Les *agrafes* d'arbalétriers au droit des faîtages (*voy.* fig 12), ne sont autres que des équerres dont l'office consiste à prévenir tout écartement entre les points les plus importants de la stabilité d'un comble, c'est-à-dire, dans la partie où les cohésions entre les diverses pièces de bois qui forment celui-ci, se font le plus sentir.

On ne saurait donc trop recommander de bien relier entre eux le faîtage et les arbalétriers d'un comble quelconque; car c'est du peu de solidarité qui existe entre ces divers éléments que naissent presque toujours une multitude d'avaries d'autant plus préjudiciables à l'ensemble d'une construction, que le comble est toujours sa partie la plus faible, quoique la plus exposée à l'intempérie et à la fluctuation des saisons.

Dans toute bâtisse, la meilleure règle à suivre est de rendre les combles aussi solidaires que possible des autres parties de la construction, qui, par leur

position, leur nature et leur union intime, sont toujours de beaucoup supérieures à ceux-ci en force et en durée.

On ne saurait donc mieux faire que de relier les combles au dernier plancher de quelque édifice que ce soit, à l'aide d'embrassures en fer, telles que la *figure* 13 les représente, car, si d'un côté, un lien de cette nature sert à préserver le comble de l'influence de quelques tourmentes ou de forts coups de vents, de l'autre, il allége aussi, par ses fonctions d'*aiguilles pendantes* en état voulu de roidissement, la charge que les murs de face reçoivent du dernier plancher indépendamment de celle des planchers inférieurs qu'ils ont à supporter.

Bien que le plâtre (surtout celui des environs de Paris) ait un degré d'adhérence tel qu'on ne saurait exactement le définir, et qu'il soit, sans contredit, pour le constructeur une des ressources les plus précieuses et les plus multipliées, il est cependant des circonstances où l'on ne doit pas se fier à son unique emploi à l'exclusion de tous autres matériaux, nous voulons parler de l'art de construire des entablements en plâtre selon de grandes saillies. C'est alors qu'il est prudent de recourir aux *queues de carpe* (*voy.* fig. 14), qui, scellées d'un bout dans le plein du mur, et distantes les unes des autres de 0,65 à 0,70, contribuent ainsi à diviser et à soutenir cette *saillie-masse* dans laquelle elles sont noyées.

Les *rapointis* (*voy.* fig. 15) sont pour les corniches de peu de saillie, les tremies et les épais renformis sur des faces quelconques, ce que sont les *queues de carpe* pour les entablements très-saillants; ce ne sont du reste que de petits morceaux de fer de tous calibres, plats, ronds ou carrés, ayant de 0,12 à 0,15 de longueur, acérés d'un bout, et que les maçons enfoncent eux-mêmes çà et là, sans ordre, dans les murs ou dans la charpente, à des distances assez rapprochées (0,11 environ).

Les *boulons* de poitrails sont destinés à unir intimement l'une à l'autre les deux fortes pièces de bois qui constituent ces sortes de chevalements, et sont distants de 1^{m},50 les uns des autres; leur nombre doit être toujours limité à la longueur de ces mêmes poitrails dont les éléments n'auraient entre eux aucune solidarité sans le concours de ces divers points d'attache; c'est toujours dans la partie prise entre le milieu et l'arête supérieure d'un poitrail, que doivent être pratiqués les trous à boulons, afin de n'en affamer en rien la partie inférieure qui est, sans contredit, celle la plus exposée à fléchir sous la charge des trumeaux.

Il n'est pas d'escalier en charpente, de quelque forme qu'il soit, et la variété en est grande, qui ne puisse posséder toutes les conditions de solidité, voulues par l'importance de leur service, sans être préalablement garni de *boulons* (*voy.* fig. 16) dans les parties principales qui sont le plus à même de fléchir sous la mobilité des fardeaux imposés aux marches.

Ces principales parties sont les points de jonction des *parties droites* des limons avec les *quartiers tournants*, qui, recevant une certaine quantité de marches en volées, sont toujours susceptibles de pousser au vide, et d'imposer, par conséquent, un effet bien senti de déversement aux parties droites des limons rampants.

L'on comprendra dès-lors que c'est dans les limites de ces points de jonction que l'on doit faire l'application des *boulons* d'escalier; ceux-ci traversant le limon dans son épaisseur, et longeant le dessous des marches, viennent se loger, à l'aide d'un écrou, dans le pan de bois de la cage, et agrafent ainsi l'escalier au reste de la construction.

Ainsi, dans un escalier, le nombre des *boulons* doit toujours être subordonné, d'abord à celui de ses révolutions, puis à la longueur des limons droits dans lesquels est assemblée la majeure partie de ses marches.

Nous ne croyons pas devoir expliquer ici ce que sont les *plates-bandes* servant à consolider les points de jonction des parties de limons; les fonctions de ces sortes de ferrures remplissant ici le même office que les *plates-bandes* de planchers et les *agrafes* de combles, nous renvoyons nos lecteurs aux explications des *figures* 2 et 12 de cette même planche.

Poids ordinaires des fers de gros ouvrages.

Une plate-bande (fig. 1).	pèse	6^{k}75
Un tirant (fig. 2).	—	4,00
Un ancre en fer rond (fig. 3). . .	—	10,30
Une ancre en fer carré (fig. 3). . .	—	13,10
Une étrier (fig. 4).	—	6,40
Une boîte en fonte (fig. 5).	—	23,00
Une boîte en fonte (fig. 6).	—	34,00
Une boîte en fonte (fig. 7).	—	27,00
Une boîte en fonte (fig. 8).	—	42,00
Un mètre de chaînes (fig. 9). . . .	—	4,50
Une bride à boulon (fig. 10). . . .	—	6,78
Une bride-coudée (fig. 11).	—	8,00
Une agrafe d'arbalétriers (fig. 12).	—	3,20
Une embrassure à poinçon (fig. 13).	—	14,50
Une queue de carpe (fig. 14). . . .	—	2,10
Un boulon d'escalier (fig. 16). . .	—	3,60
Un boulon de poitrail (fig. 16). . .	—	3,00

Le prix réduit du kilogramme de fer de gros ouvrages, fourni et mis en place, est de.	0 fr. 67 c.
Celui pour boulons d'escalier et de poitrail est de.	1 fr. 10 c.
Celui des rapointis (fig. 15), est de. . .	40 c.
Celui de la *fonte* pour boîte de chaînage, est de.	40 c.

Toutefois, nous ferons observer que les dimensions de ces diverses armatures et les poids qui en déri-

vent, ont particulièrement trait à la construction des bâtiments privés; mais que, lorsqu'il s'agit de celle des monuments et édifices publics, ces mêmes dimensions varient à l'infini, subordonnés que sont alors les *fers de gros ouvrages* à des emplois tout exceptionnels et qu'on ne rencontre que dans les grandes bâtisses.

Mais le *fer de gros ouvrages* n'est pas toujours exclusivement astreint à remplir les différents emplois que nous avons signalés dans ce chapitre; il se rencontre aussi des cas où, sous la forme de *corbeaux*, de *potences*, de *consoles* et de *linteaux*, il constitue les points d'appui des planchers en charpente dans les constructions où l'on peut avoir à craindre certaines avaries pour les portées des principales pièces de bois, dans l'hypothèse de leur encastrement dans le cœur des murs. Les planches *troisième* et *quatrième*, l'une donnant l'ensemble, l'autre, les détails d'un plancher en charpente d'une des pièces principales de la Chambre des notaires, à Paris, et supporté par un système de ferronnerie de l'invention d'un de nos habiles architectes, M. Lahure, offrent aux constructeurs un exemple très-bon à suivre, toutes les fois qu'ils auront à remédier à des inconvénients de ce genre qui, malheureusement, se présentent assez fréquemment dans les réparations de nos édifices et de nos maisons.

Ce plancher est un de ceux qu'on a été obligé de faire en 1840, pour remplacer des planchers construits il y a environ vingt-cinq ans, et dont les bois étaient échauffés et pourris; ils avaient été établis suivant le système ordinaire, et en bois de chêne neuf: les solives d'enchevêtrures de celui dont il s'agit ici, de $7^{m},50$ de longueur, avaient $0^{m},30$ à $0^{m},35$ d'équarrissage, les chevêtres $0^{m},28$ à $0^{m},35$, et les solives de remplissage $0^{m},13$ à $0^{m},25$. Tous ces bois étaient assemblés à tenons et mortaises, les solives d'enchevêtrure scellées dans les murs, et les assemblages des pièces principales, fortifiés par des étriers en *fer*. Ces planchers étaient plafonnés avec augets et entourés d'une forte corniche en plâtre; enfin, ils étaient recouverts d'une aire aussi en plâtre, sur laquelle étaient scellées les lambourdes du parquet. Les bois étaient entièrement privés d'air.

Pour éviter ces causes de destruction, le plancher construit récemment, et qui est représenté dans les *troisième* et *quatrième* planches, consiste en un bâtis en charpente, composé de solives et de lambourdes assemblées en coupe, dont l'écartement est retenu par des boulons à plates-bandes: les lambourdes sont placées à $0^{m},05$ de distance du parement intérieur des murs, et supportées par des corbeaux en *fer*, les bois sont équarris à vive arête et d'une égale hauteur. L'aire est remplacée par des entrevoux; les lambourdes du parquet sont clouées sur les solives, et la corniche est en menuiserie. La quantité de bois de chêne qui est entrée dans ce plancher, est de $10^{st},156$.

La clarté avec laquelle ces deux planches expliquent le système de supports en *fer* dont M. *Lahure* a fait usage dans la construction de ces planchers, nous dispense d'entrer dans d'autres détails à ce sujet: disons, seulement, que la quantité de *fer* employée comme boulons, corbeaux, semelles, barres, etc., est de: $464^{k},956$ (1).

(1) Pour se rendre compte du prix de ces fers, il suffira de se reporter à la nomenclature indiquée ci-dessus.

CHAPITRE III.

DE L'APPLICATION DES SABOTS EN FONTE DANS LA CONSTRUCTION DES PLANCHERS (DITS ANGLAIS).

Le peu d'usage qu'on a fait jusqu'à ce jour, en France, des *sabots en fonte* pour planchers, provient sans doute de ce que leur application est encore, pour ainsi dire, inconnue; ce n'est pas, cependant, que l'on doive considérer leur emploi comme applicable à la généralité de l'espèce dont il s'agit; car les combinaisons des planchers, dépendant toujours des destinations qu'on leur affecte, il s'ensuivrait, dans certaines circonstances, des *vices de construction*, résultant eux-mêmes de ce principe économique d'établissement, qui, en raison de la propriété de la *fonte*, placée ici dans une condition tout à fait inverse de sa plus grande résistance, ne peut admettre l'apposition de trop lourdes charges sur un plancher construit d'après cette méthode.

Les Anglais, ce peuple si juste appréciateur des ressources immenses qu'offre l'industrie, sont les premiers qui aient fait usage des *sabots en fonte* dans la construction de leurs maisons, voire même quelquefois, dans celle de leurs usines, en les appropriant toujours à l'importance et à la spécialité du service auquel ils veulent astreindre ces sortes de planchers sans assemblages; ainsi, pour ce qui est des maisons de ville ou de campagne, dans lesquelles il ne se pratique aucun métier, et qui sont exclusivement consacrées aux besoins de l'habitation, pour ce qui est également des planchers accessoires de leurs magasins, entrepôts, etc.; ils emploient très-fréquemment un système de charpente en sapin, dont les solives sont autant de madriers coupés de longueur, puis emboîtés bout à bout dans des *sabots en fonte* (*voy.* fig. 1 et 3 de la planche 5). Les forces secondaires de ces planchers, que nous appelons *chevêtres* ou *solives boîteuses*, se logent aussi dans des *sabots en fonte* (*voy.* fig. 4 et 5), qui, cependant, sont plus massifs que les premiers, assujettis qu'ils sont à recevoir immédiatement la charge des solives de remplissage (*voy.* fig. 9). Les pièces principales ou poutrelles supportant tout le système, reposent, à leur tour, sur des *consoles en fonte* plus ou moins saillantes (*voy.* fig. 6, 7, 8 et 9), qui prennent leur point d'appui sur des poteaux de chêne, en adossement sur le nu des murs.

De retour d'un voyage qu'il fit à *Londres* en 1824, l'architecte *Gingembre*, qui avait compris toute l'utilité que les constructeurs pourraient, dans certaines occasions, retirer de l'emploi de ces *sabots en fonte*, voulut prêcher par l'exemple en les appliquant, le premier, dans plusieurs constructions qu'il était appelé à diriger, d'abord pour l'établissement des planchers accessoires d'un grand entrepôt particulier situé à la Villette, et, plus tard, dans l'érection d'une villa élégante et riche, appartenant à un de nos premiers banquiers, et située rue d'Angoulême, au coin de celle de Ponthieu.

L'état satisfaisant dans lequel se trouvent encore aujourd'hui ces sortes de constructions, prouve très-clairement que ce système de ferronnerie remplit toutes les conditions désirables de stabilité et de résistance, du moment qu'on ne lui imprime que des charges ordinaires. Cela posé, nous croyons que les diverses citations que nous venons de faire parleront mieux à l'intelligence de nos lecteurs que toutes les explications dans lesquelles nous pourrions encore entrer à ce sujet. Nous allons actuellement traiter de tous les détails renfermés dans cette *cinquième planche.*

PLANCHE 5. — Les sabots en *fonte* AA, vus de

profil, de face et par développement (*voy.* fig. 1, 2 et 3), sont destinés à servir de supports aux solives de remplissage B B.

Recourbés en talon T, ils épousent la forme des chevêtres C C, sur lesquels ils viennent s'asseoir et se fixer à l'aide de deux fortes vis V V.

Le contre-talon T′ renforcé en console et de dimensions plus fortes que les autres parties du sabot, reçoit immédiatement la portée de la solive B qui, maintenue par les joues J J, ne peut ainsi obéir au moindre mouvement de déviation.

Les sabots D D, pour chevêtres et solives boiteuses (*voy.* fig. 4 et 5), se placent sur les poutrelles E de la même manière que ceux dont nous venons de parler; mais, ayant à supporter une charge infiniment plus grande que celles des remplissages (*voy.* fig. 9), leur talon T, contre-talon T′, et leurs joues J J sont établis dans des rapports de résistance plus prononcée, et leur pose a lieu selon l'inclinaison donnée par les rives des enchevêtrures ou poutrelles E, qui sont ébarbées en cône dans le sens de leur hauteur.

Les *consoles en fonte* F (*voy.* fig. 6, 7 et 8), sont destinées à servir de supports aux extrémités des poutrelles E (*voy.* fig. 9), dont l'état de fixité, bien que déjà commandé par les deux joues F′F′ de ces consoles, est encore augmenté par les brides de retenue G G G, lesquelles embrassent rigoureusement chacune des portées sur trois sens, et sont liées aux joues F′F′ à l'aide de forts rivets ou chevillettes H H H.

Quoique évidées en K, selon leur épaisseur, afin de ménager, autant que possible, toute quantité de *fonte*, dont l'emploi deviendrait inutile, ces consoles possèdent encore une masse de métal, assez volumineuse F″ pour résister efficacement aux plus grands effets de pression que leur impose l'ensemble du plancher; et si, comme on le voit dans les figures 6, 7 et 8, une partie de ces principaux points d'appui, noyée dans le plein de la maçonnerie L, tend, d'un côté, à diminuer sensiblement la puissance du levier E, le poteau I, dont la tête est emboîtée dans la souface de cette espèce de corbeau saillant sur le nu de cette même construction L, contribue, de l'autre, à paralyser encore davantage les effets de cette même puissance, en augmentant d'autant la base de résistance desdites *consoles en fonte*.

Tel est ce mode d'établissement de planchers, dits anglais; il présente de notables économies, au double point de vue de la dépense et de la main-d'œuvre, avec toute garantie de durée, et admet cette promptitude d'exécution qu'on ne saurait retrouver dans aucun autre système de charpente, en tant qu'il ne réclame pas une résistance à toute épreuve.

Un *sabot* pour solive de remplissage, pèse. .	1^{k}25
Un *sabot* pour chevêtre, etc., etc., pèse. . .	2,75
Une *console* pour poutrelle, pèse.	17,05

Le kilogramme de cette nature de *fonte*, qui est grise, ou de première fusion, coûte 0^{fr},40.

CHAPITRE IV.

DES ESCALIERS EN FONTE.

Déjà, dans un précédent ouvrage (1), nous avons traité des escaliers établis, toutefois, en *poteries* et *fer*, mais non en *fonte*, comme ceux qui font l'objet des planches 6, 7 et 8, que nous allons décrire.

Considérés au point de vue de la légèreté jointe à une solidité relative, les escaliers en *fonte* présentent toutes les garanties désirables, et sont d'une tout autre durée que ceux en pierre, dont les marches finissent, à la longue, par s'user sous des frottements qui se répètent sans cesse.

Comme les escaliers en *poteries* et *fer*, ils sont incombustibles, mais ils ne sont pas doués de la même résistance, car, dans ce genre de construction, la *fonte* se trouve employée dans ses conditions les plus désavantageuses, c'est-à-dire que, tout en ayant à supporter un poids quelconque, elle n'en est pas moins astreinte à rester en continuel état de suspension dans toute la volée des marches. Il est, dès lors, aisé de concevoir qu'un escalier en *fonte* serait, à raison même de la nature aigre de la matière, très-susceptible de céder instantanément sous la puissance d'un fardeau trop pesant ou d'un choc assez vigoureux, et de là, pourraient survenir quelquefois de très-grands malheurs.

Tels sont, du reste, les seuls motifs pour lesquels on a toujours éliminé, jusqu'ici, l'emploi de la *fonte* quand il s'est agi d'établir des escaliers à grandes révolutions, et que l'on destine à un important service.

Cependant, il faut le dire, nous possédons à Paris un exemple très-remarquable de l'exacte résistance des grands escaliers en *fonte*, dans celui qui fut érigé, en 1829, par l'entrepreneur *Albouy*, pour le service principal du *théâtre du Palais-Royal*.

Bien qu'il ne se passe pas de jour où il n'ait à supporter, pendant un certain laps de temps, un poids mobile de 4210 kilogrammes, terme moyen, cet escalier construit, d'ailleurs, d'après une méthode fort simple, n'a pas encore subi la moindre avarie, et tout porte à croire qu'il restera encore longtemps dans ce parfait état de conservation.

Toutes les marches, ainsi que les paliers et contre-paliers, portent, d'un bout, dans le mur circulaire de la cage, et se contrebuttent à l'aide de crossettes disposées de la même manière que celles des escaliers en pierre.

Dans chaque crossette, sont ménagés trois trous qui servent de logements à autant de boulons dont l'office est de rendre les marches et paliers mutuellement solidaires.

Depuis 1827, époque à laquelle M. *Fontaine*, architecte du roi, fit application des petits escaliers en *fonte*, destinés à desservir les localités de la galerie d'Orléans, au Palais-Royal, l'usage de ces sortes d'escaliers est devenu assez fréquent.

En effet, l'ensemble de leur construction est tel, qu'ils suppléent avec avantage les escaliers en menuiserie, dont la solidité laisse toujours beaucoup à désirer, en tant que, comme ceux-ci, ils se trouvent tout à fait isolés, et, par conséquent, privés de tout point d'accotement.

Mais la solidité et l'élégance ne sont pas les qualités exclusives de ces petits escaliers incombustibles, car il peut se trouver une infinité de cas ou leur noyau, qui est creux et d'un diamètre assez grand, est à même

(1) Chapitre VIII, page 57 de notre Traité de construction en *poteries* et *fer*, à l'usage des bâtiments civils, industriels et militaires. Un volume grand in-folio, avec 66 planches, publié en 1836 par J.-C. Blosse, libraire-éditeur, cour du Commerce, n. 7, faub. Saint-Germain.

Le second tirage de cet ouvrage a été cédé à MM. Carilian-Gœury et Vᵉʳ Dalmont, qui s'en sont rendus les éditeurs.

de remplir l'office de conduit pour la fumée des calorifères ou des cheminées de cuisines souterraines; c'est, du reste, le parti qu'en a fort habilement tiré M. *Fontaine*, dans les constructions que nous venons de citer.

PLANCHE 6e. — La planche 6e traite de l'établissement d'un grand escalier en *fonte* à deux paliers dans la hauteur de chaque étage, et révolutionnant dans une cage elliptique en maçonnerie.

La *figure* 1 indique le plan de cet escalier tournant sur jour oblong, à extrémités circulaires EE; la *figure* 2 en donne l'élévation.

Dans la *figure* 3 sont représentées plusieurs marches en coupe. A A sont les *crossettes*, parties les plus importantes de l'escalier, comme étant celles qui lient toutes les marches entre elles en leur servant d'autant de points d'appui; ensuite viennent les petits *boulons* BB qui fixent définitivement tout le système, en accouplant une marche avec celle qui lui est voisine (*voy.* fig. 3), et ainsi de suite jusqu'au dernier palier de l'escalier. La tête et l'écrou de chacun de ces *boulons* sont noyés dans l'épaisseur des *crossettes*, afin de ne laisser aucune saillie sur les faces extérieures de ces dernières (*voy.* fig. 4). Les nervures CC (*voy.* fig. 2, 3, 6 et 7) sont autant de contreforts qui consolident le giron, c'est-à-dire la partie plane qui reçoit immédiatement le fardeau.

La *figure* 5 donne le profil d'une partie d'escalier vu du côté de son jour DD, et faisant voir les sections formées par les *crossettes* AA.

La *figure* 6 indique le plan du dessous d'une marche en volée, avec ses nervures CC s'évasant en plan.

Dans la *figure* 7, qui n'est autre que la coupe horizontale de la marche indiquée au plan, *figure* 6, on retrouve ces mêmes nervures CC, mais projetées suivant la verticale.

Au point D formant quartier tournant, est indiqué le mode à suivre pour fixer les barreaux de rampe; il est tellement simple, qu'on le comprendra au premier aperçu, c'est pourquoi nous n'entrerons dans aucune explication à ce sujet.

Une marche en fonte pour escalier, et de dimensions figurées dans la planche sixième, pèse 58k80, et coûte, fournie et posée, 2fr,80 le kilogramme.

PLANCHE 7e. — Les détails figurés dans la planche 7 sont relatifs à la construction des petits *escaliers* (dits anglais) en *fonte*.

La figure première est le plan général d'un escalier à un seul étage, et dont la stabilité dépend entièrement de son noyau creux A.

BB sont des tiges horizontales, ou fleurons, fixés sur le revers des marches, et destinés à recevoir les barreaux de la rampe; on les adapte de la même manière que ceux des grands escaliers (*voy.* planche 6e, fig. 7).

Chaque compartiment formant un tout composé de deux marches avec leur noyau A, le profil (fig. 2), indique, d'une part, le mode d'assemblage de tous les compartiments ensemble. Il consiste dans l'introduction de trois boulons taraudés CC, passant dans autant de trous FF, ménagés dans une des rives de la marche supérieure d'un compartiment (*voy.* fig. 4), et qui vient se loger dans l'épaisseur de la contre-marche D du compartiment superposé à celui-ci.

Les renflements EE sur le revers des marches, servent de logements aux tiges horizontales, ou fleurons, BB, qui reçoivent les barreaux de rampe.

La *figure* 3 représente l'élévation d'une de ces doubles marches en *fonte* avec son noyau relevé d'ornements, et prête à être mise en place.

La *fonte* prenant facilement le poli par les effets réitérés du frottement, chaque dessus de marche est criblé de petits sillons GG, disposés en losanges et très-peu profonds (*voy.* la perspective géométrale, *figure* 4); ces petits plans qui se coupent à l'infini, sont autant d'aspérités insensibles, il est vrai, au toucher des pieds, mais qui n'en empêchent pas moins la fonte de former glace, et préservent ainsi la circulation de tout cas malencontreux.

La *figure* 5 donne la coupe des noyaux AA de deux doubles marches s'emboîtant l'une dans l'autre, et mariées à l'aide de goupilles HH; comme on le voit, tandis que la partie supérieure I de chaque noyau fait emboîture, celle inférieure J est élégie de manière à venir se loger dans l'emboîture même de celui auquel ce noyau est superposé, et ainsi de même pour tous les autres noyaux; il suit de là qu'il doit nécessairement exister entre toutes les parties de ces sortes d'*escaliers* une solidarité qui s'oppose à tout mouvement d'oscillation quelconque.

PLANCHE 8e. — La planche 8e donne deux exemples d'escaliers en *fonte*, dont l'un (fig. 1), à *vis*, avec marches et noyau ne faisant qu'un, est isolé dans toutes ses parties, et sert d'utile dégagement, toutes les fois qu'on ne peut sacrifier un grand espace pour la communication d'un étage à un autre.

Celui (fig. 2) établi sur une plus grande échelle que le premier, est à vis et à jour, les marches sont maintenues les unes sur les autres par des boulons à écrou, et de construction analogue à celle de l'escalier figuré dans la planche 6e; il en diffère seulement par la forme, c'est pourquoi il nous semble inutile d'en analyser ici tous les détails pour lesquels il faudra se rapporter à ceux figurés dans cette *dernière* planche.

Un compartiment composé d'une double marche et de son noyau (1) pèse 40 kilogrammes, et il coûte, comme fourniture et pose, la somme de 75 fr., non compris, toutefois, les barreaux de rampe ainsi que les balustres, qui vont être le sujet du chapitre suivant.

(1) M. Calla père est l'inventeur de ce genre encore nouveau d'escaliers en *fonte*, dont l'application première a été faite dans diverses localités de la galerie d'Orléans, au Palais-Royal.

CHAPITRE V.

DES BALUSTRES ET DES BARREAUX DE RAMPES, EN FONTE.

Le *balustre* (*voy.* pl. 9e) est une petite colonne svelte et ordinairement enrichie d'ornements et de moulures, qui dépendent plutôt du goût et de la fantaisie que de l'exacte observation des règles de l'architecture.

Il sert de point de départ aux révolutions d'une rampe et ajoute beaucoup à l'aspect de l'escalier dont il annonce l'élégance et en quelque sorte la rôle plus ou moins important que le constructeur a voulu donner à celui-ci, entre autres dispositions de son édifice.

De même que celle du *balustre*, la richesse ou la simplicité des *barreaux* (*voy.* pl. 10e) (1) doit être subordonnée à celle de l'escalier; car il serait aussi ridicule d'orner celui-ci d'un *balustre* et de *barreaux* ouvragés, lorsque son limon est en vue et arrête les abouts des marches, qu'il deviendrait peu raisonnable de se servir de *balustre* et de *barreaux* de forme simple et tout unie pour un escalier dont le développement répondrait à la richesse des marches portant sur crémaillères et quarderonnées sur leurs deux faces.

Bien que cette application de la *fonte* appartienne plus particulièrement à la décoration (2) qu'à l'art de construire proprement dit, nous avons pensé qu'il ne serait pas hors de propos de traiter des *balustres* et des *barreaux* de rampe; car, selon nous, ils sont, à juste titre, le complément obligé de la construction des escaliers en *fonte*.

Comme chacun sait, cette partie tout accessoire de la *serrurerie* est toujours plutôt destinée à guider la circulation dans les limites de l'escalier, lieu exclusivement de passage, qu'à opposer une résistance éprouvée à tel ou tel choc, ce qui n'arrive, du reste, que dans les cas les plus rares, pour ne pas dire jamais; c'est pourquoi nous trouvons opportun de substituer ici à l'emploi du *fer* celui de la *fonte* qui, sous le double rapport de la main-d'œuvre et de l'économie notable qui en résulte, comme en raison de la richesse et de la pureté des ornements, offre une multitude d'avantages que tout le monde pourra, sans doute, très-facilement apprécier.

En effet, il n'est pas un *balustre* ou un *barreau* en *fer*, tels qu'ils sont figurés dans les planches 8e et 9e, qui ne reviennent au moins à vingt fois plus cher que ceux en *fonte*, dont les prix sont d'ailleurs extrêmement modérés. C'est, du reste, ce dont on pourra se convaincre en se reportant à la fin de ce chapitre.

Cependant il existe aussi une autre nature de *fer*, qui, en fait de *balustres* et de *barreaux* de rampe, peut être quelquefois à la *fonte* ce que celle-ci est au *fer ouvragé*, nous voulons parler du *fer creux* qu'un savant industriel, M. Gandillot aîné, a su on ne peut plus ingénieusement assujettir aux exigences d'une infinité de détails relatifs à la construction et à la décoration.

Ainsi, il en a été fait de nombreuses applications à la manutention des vivres de la guerre (1) tant pour *barreaux* de rampe et *balustres*, que pour *barres d'appui* de croisées, aux divers étages des magasins de ce vaste établissement. Ainsi, au Muséum d'histoire naturelle (2), les porte-bâches des serres, au

(1) Jusqu'à ce jour il n'existe que très-peu d'exemples des barreaux en *fonte* pour escaliers. Ils sont presque tous en *fer*.

(2) Voir l'ouvrage de M. *Thiollet*, architecte, professeur de dessin au corps royal de l'artillerie. *Bance*, libraire-éditeur. 1830.

(1) M. *Gréban*, capitaine du génie.

(2) M. Ch. *Rohault*, architecte.

lieu d'être en *fer plein*, sont en *fer creux*, comme étant à la fois très-légères et beaucoup plus roides que ceux-ci, en raison du grand vide ménagé dans l'intérieur, et des nombreuses cohésions de ses parois circulaires, entre elles.

S'il nous est aujourd'hui si facile de fabriquer à très-bon marché toutes sortes d'ornements en *fonte*, tels que rosaces, patères, clous, culs-de-lampes, etc. (*voy.* les fig. 1 à 17, pl. 10) (1), il ne l'est pas moins de les établir en *fer creux*; les constructeurs ont donc aujourd'hui l'entière latitude d'employer l'un ou l'autre de ces systèmes dont les modèles, pour les deux, sont indistinctement représentés dans les pl. 8 et 9.

Nous n'analyserons pas ici la variété infinie des objets de sculpture en creux ou en relief, susceptibles d'être confectionnés en *fonte* ou en *fer creux*; qu'il nous suffise de dire que les propriétés de ces deux natures de métaux n'admettent aucune exception dans l'œuvre de la *fabrication*.

Planche 9e. — La planche 9e contient sept différentes formes de *balustres*, depuis les plus simples (*voy.* fig. 1), que l'on adapte aux escaliers à limon continu, jusqu'aux plus riches (*voy.* fig. 5, 6 et 7), dont on fait usage dans les escaliers de parade et d'honneur.

Ces divers emplois émanant tous, exclusivement de l'idée et du goût, l'architecte seul doit être juge de tel ou tel choix, pourvu, cependant, que ce genre d'ornement concorde avec toutes les autres parties architectoniques dont celui-ci doit être entouré.

Planche 10e. — Les vingt-quatre sortes de *barreaux* et leurs *rosaces*, figurées dans la planche 10e, constituent les divers genres de leur application dans les escaliers dont ils forment, en quelque sorte, la guirlande, et dont le style doit toujours être en harmonie avec celui de ces mêmes escaliers.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur ce sujet, ce que nous venons de dire des *balustres* s'appliquant également aux *barreaux* et aux *rosaces*.

Un balustre en fonte, de forme simple, se vend :	6 fr.
Un balustre ouvragé, se vend.	14
Un balustre en fonte très-ouvragé, se vend. . .	20
Un barreau en fonte, de forme simple, se vend.	1 80
Un barreau ouvragé, se vend.	2 60
Un barreau en fonte, très-ouvragé, se vend. .	4 10

Nous ne donnerons pas ici le prix de vente de ces mêmes matériaux en *fer creux* ou en *zinc*. Pour les uns, nous inviterons nos lecteurs à s'en rapporter aux renseignements qu'ils trouveront sans peine chez M. Gandillot lui-même; et pour les autres, nous avouerons que cette ingénieuse découverte n'a pas encore atteint un degré d'application telle, qu'il nous soit permis, quant à présent, de leur affecter ici aucun prix.

(1) Ces sortes d'ornements se font aussi en *zinc*, et diffèrent peu, quant au prix, de ceux en *fonte* et en *fer creux*.

CHAPITRE VI.

DE CERTAINES APPLICATIONS DU FER ET DE LA FONTE

DANS DES CIRCONSTANCES EXCEPTIONNELLES.

L'art du constructeur ne consiste pas seulement dans l'exécution rigoureuse, parfaite, en un mot mathématiquement entendue, d'une construction quelconque; parfois, aussi, appelé à prévenir la chute de ces monuments séculaires dont la conservation est, sans contredit, l'histoire la plus vraie des temps passés, il emprunte à des matériaux divers toutes les ressources qui peuvent mutuellement concourir à la création d'un principe raisonné de *consolidation*.

Ainsi, toujours subordonné dans son œuvre, à l'exigence et à la nature de ces travaux tout exceptionnels, tantôt c'est la *pierre* ou le *moellon* qu'il appelle à son aide, tantôt il trouve un puissant auxiliaire dans l'emploi combiné du *fer* et de la *fonte*. Nous allons traiter de ce dernier cas qui se rapporte tout à fait à la spécialité de notre ouvrage.

L'église de N*** est un monument qui date d'une époque encore récente, et, cependant, il éprouve aujourd'hui, dans une grande partie de sa construction, des effets de tassement et de dislocation tels, qu'un remède prompt, décisif, peut seul assigner un terme à cet état de ruine, qui prend chaque jour plus en plus d'extension; c'est cet intéressant programme que nous avons choisi pour établir le projet de *consolidation* dont la description va suivre.

Avant tout, expliquons très-succinctement la disposition et l'état actuel de cet édifice, afin de mettre nos lecteurs à même de bien s'identifier avec l'opportunité de ce projet.

Les grands murs latéraux de la nef, du chœur et du sanctuaire sont érigés sur une suite de colonnes en pierre, et reposent immédiatement sur des *poitrails* en charpente, qui forment, en *plate-bandes*, vingt et un entrecolonnements.

Sans nous appesantir sur les causes d'un état de choses si prématurément précaire, nous dirons : 1°, que la substance de ces poitrails tend à une dégénération aussi hâtive que complète; 2°, que ces murs ont sensiblement dévié de leur centre de gravité, par le fait des nombreux déchirements qui se manifestent dans presque toute leur étendue; 3° enfin, que la charpente du grand comble et celle des bas côtés, ont fléchi à un point tel, que leur convexité frappe l'œil au premier abord.

PROJET DE CONSOLIDATION (FERRONNERIE).

PLANCHE 11e. — La planche 11e, en même temps qu'elle représente le plan de l'édifice, donne l'aperçu de ce système de consolidation; les lettres indicatives ABC correspondent à celles des détails figurés dans la planche suivante.

PLANCHE 12e. — Les *poitrails* des entrecolonnements de la nef et du sanctuaire (1) étant dépouillés de l'épaisse chemise en plâtre qui les recouvre, il sera pratiqué sur leurs faces verticales, des encastrements qui épouseront la forme des doubles courbes en *fer* MM, constituant les fermes ou armatures en *fer* dont ces pièces de bois doivent être flanquées dans leur épaisseur.

Ces fermes ainsi encastrées seront fixées sur le bois par trois frettes M', mariées par des boulons M'' (*voy.* l'élévation C), afin de soutenir le mur et lui

(1) Nous ne parlerons pas de ceux du chœur, qui sont bien conservés.

donner un nouveau point d'appui. Les entretoises N, à fourchettes, au nombre de huit par chaque entrecolonnement, viendront s'accrocher sur l'arc supérieur de chacune des deux fermes flanquant le *poitrail*, et, comme la pose de ces espèces de linteaux, ainsi que celle des boulons M″ des frettes M′, nécessitent un refouillement de toute la longueur du *poitrail*, le calfeutrement en sera fait en maçonnerie, à l'aide d'un double rang de briques de Bourgogne, hourdées en plâtre.

Chaque poitrail étant renforcé par une âme en bois, qui laisse un assez grand vide dans le milieu de sa souface, il y sera placé un arc en *fer* O, semblable à celui inférieur M des fermes, et le vide sera ensuite rempli par un rang de briques disposées en *plate-bande*.

De ce mode de construction adopté comme point d'appui des murs, il ne devra plus résulter aucun contact entre ceux-ci et les *poitrails* qui les supportent encore aujourd'hui; dans cette hypothèse, nous considérerons ces mêmes poitrails comme devant jouer un rôle purement négatif, et, ainsi, exclusivement destinés à servir de points d'accotements aux fermes de supports. Bien que la substance de ces bois soit sensiblement dégénérée et ait, par conséquent, perdu la plus grande partie de sa vertu de résistance, elle n'est pas encore arrivée à un degré de décomposition telle, que nous ne puissions même compter sur le rôle passif que nous lui destinons; c'est pourquoi, afin de conserver les poitrails dans l'état où ils se trouvent, nous avons jugé utile de plastronner leur souface, d'une feuille de *tôle* de roche U, encastrée à ses deux extrémités U′ dans les patins des joues en *fonte* GG, et dont les brides UU″ seront les soutiens intervallaires, en même temps qu'elles s'opposeront à toute tendance à fouettement de la part de l'arc inférieur M.

Ces éléments de consolidation ne devant présenter d'exactitude qu'en raison de la force de leurs culées sur lesquelles viendra définitivement se reporter tout le poids des murs, nous avons pensé que c'était ici le cas de faire application de la *fonte*, dont la résistance, dans le sens direct de pression, n'admet, pour ainsi dire, aucune limite; par ces motifs, nous avons combiné, pour chaque rendez-vous des pieds de deux fermes, deux joues en *fonte* GG, à double tas de charge ou sommier intérieur Z, et à patins G′, qui, liées l'une à l'autre par trois boulons en *fer* V, amoncellent sur chaque colonne ou quille principale de soutien de tout ce système de consolidation, un ensemble de résistance compacte, et qui ne peut se décomposer.

Au centre de la face supérieure de la joue en *fonte* G, est pratiquée une encastrure destinée à recevoir le pied d'une ancre en *fer* I, de toute la hauteur du mur, et qui, incrusté de toute son épaisseur dans le plein de la maçonnerie, a pour office de maintenir dans un état absolu de fixité, les plaques en *fonte* K et L, servant d'autant de cuirasses aux diverses parties de mur, à partir de la corniche intérieure jusqu'au-dessous du plafond de la nef.

Une ancre I′, placée parallèlement à celle ci-dessus décrite, remplira le même office quant à d'autres plaques de *fonte* encastrées dans la face extérieure du mur, mais seulement jusqu'à hauteur de l'entablement.

Ces deux ancres seront liées l'une à l'autre par des brides H, qui traverseront le plein du mur, et dont le serrage sera effectué par des clavettes H′, introduites au marteau.

Tout ce travail ne devant pas dépasser le parement intérieur de la maçonnerie, les coudes des brides seront seuls en saillie, mais nous avons jugé à propos de dissimuler leur présence par les patères H″ dont il sera facile de trouver le moyen de fixation.

Afin de donner à cet ensemble de consolidation une base de résistance analogue à celle qui ressortit essentiellement de la propriété des métaux formant tout ce système, nous avons pensé qu'il était nécessaire d'en asseoir les principales parties sur des *solides* également métalliques : tel est, du reste, le motif pour lequel nous avons substitué, dans ce projet, les tailloirs Q en *fonte* à ceux en *pierre*, qui, en maçonnerie, participent toujours de l'assise des chapiteaux de colonnes.

Toutefois, ne pouvant répondre des effets plus ou moins prononcés auxquels pourrait donner lieu ce mode tout exceptionnel de *reprise en sous-œuvre*, nous avons eu soin de ménager entre la sous-face des patins G′ des joues en *fonte* G et le lit supérieur du tailloir Q, un vide ou intervalle de surface égale à celui-ci, et de 0,01ᶜ de hauteur; rempli de plomb coulé; ce *solide* servira pour ainsi dire, de *matelas* au poids des murs et centralisera immédiatement sur ce point, certains effets de tassements qu'on ne saurait prévoir.

Arrivant à traiter du système de consolidation du grand comble, nous dirons que l'ancre extérieure I′, traversant l'entablement dans toute sa hauteur, sera recourbée à son extrémité supérieure en crochet I″, et amarrée, à ce point, par une embrassure J, fixée à rivets, sur les deux faces perpendiculaires de chaque entrait des fermes en charpente.

Ce crochet I″, renforcé d'un coin de serrage, lui servant de culée, sera le point d'attache d'une corde en *fer tréfilé* (1) K′, dont les sections de tirage sont déterminées par les sommes de frottements que celles-ci impriment : 1°, à deux poulies R′ R′ opérant leurs mouvements *vice versâ* de rotation sur leurs chaises R en *fonte*, placées à très-peu de distance de la portée des entraits; et 2°, sur trois autres poulies S′, manœuvrant dans des brides S en *fer*, assujetties à un frottement qui agit en sens inverse de celui éprouvé par la poulie R′.

De plus, on remarque qu'en même temps qu'elle roidit les entraits du comble, cette corde de tirage re-

(1) Cette corde est établie dans les mêmes conditions et d'après le même principe que celles de suspension du pont *Louis-Philippe*, à Paris.

tient la volée de l'entablement, et l'empêche ainsi de *saigner du nez* (1).

De cette application de la mécanique à la construction, il résulte que ces diverses sections de tirage devront agir en raison des tours de main imprimés aux vis de rappel T, et que les brides intervallaires S qui embrassent chaque entrait, participeront nécessairement du mouvement ascensionnel produit par les diverses sections de ce même tirage. Bien que ces chaises R se trouvent à quelque distance en dehors de la portée des entraits, nous avons, cependant, lieu de croire qu'elles sont trop rapprochées des points de buttée des arbalétriers de fermes, pour qu'il y ait à craindre le moindre effet de fléchissement dans les portées des maîtresses poutres consolidées, d'ailleurs, par les grandes frettes en *fer* primitivement posées.

Le détail en plan, d'un des abouts de chaque corde de tirage K', indique la manière dont cette partie de l'ensemble doit être établie au droit de la ligne de fuite des *arbalétriers* des fermes en charpente.

Cependant, il se présentait une assez grave difficulté; elle consistait à créer une solidarité quelconque entre les *poitrails* dont nous avons parlé, et les *poutrelles* formant les sophites des bas côtés et du chevet de ce monument.

En effet, ces dernières prenant un de leurs points d'appui sur les portées mêmes de ces poitrails (*Voyez* la coupe), il devenait impossible d'user, quant à l'ancre extérieure I', de la ressource présentée par l'encastrure de l'ancre intérieure I, sous peine de diminuer la force de portée de ces *poutrelles*, par le fait d'un refouillement pratiqué de part en part dans le sens de la hauteur de ces dernières. Nous astreignant donc à l'exigence de l'état de choses, nous n'avons su mieux faire que d'encastrer la tête de la joue G' dans la souface de chacune de ces poutrelles, ainsi que le pied des fermettes en *fer*, destinées à contribuer au roidissement des pièces de bois formant les sophites de ces bas cotés ainsi que du chevet.

L'on comprendra dès lors que, d'une part, l'ancre extérieure T' étant solidaire de celle intérieure I par le fait des brides H, et de l'autre, la joue G', l'étant de même de celle G par le fait des boulons V, la portée de ces *poutrelles* se trouve prise comme dans un étau, et ne peut dévier en aucun sens.

Ces dernières pièces de charpente, de dimensions toutes improportionnelles, ayant, comme nous l'avons dit plus haut, très-sensiblement fléchi, le système de roidissement proposé se composera d'une fermette à *arc*, *tangente* et *corde* (cette dernière en *fer* plat), longeant chaque *poutrelle* dans toute sa longueur. (*Voyez* les élévations A et B.)

Chacune de ces fermettes en *fer*, fixée d'un bout par l'ancre extérieure I', laquelle traverse l'œil de la *tangente* et celui de l'*arc*, est armée de quatre *frettes*, et sert de point de suspension à trois brides X, à boulons (*Voyez* planche 2, fig. 10), qui, enveloppant la *poutrelle* de distance en distance (*Voyez* les coupes *ab*, *cd* et *ef*), l'amèneront à l'état de roidissement voulu par le secours des trois coins X', que l'on aura soin d'introduire au marteau. Le mode de fixation des fermes sur les murs extérieurs des bas cotés et du chevet aura lieu à l'aide d'ancres moins longues que celles I et I', et, de plus, la portée de chaque *poutrelle* sera augmentée, de ce côté, par une potence en *fer* N', qui prendra sa buttée sur l'ancre intérieure I'' encastrée, toutefois, dans l'épaisseur du mur. Une bride H''', reliera tout ce coté de l'amarrage des fermettes.

Afin de paralyser autant que possible la *tendance à surplomb* de ces grands murs, il sera établi de grands éperons P en *fer*, en nombre égal à celui des fermettes; ils devront essentiellement contribuer à tenir en respect l'ensemble de la maçonnerie.

En général, tous les éléments de construction en *fer* et *fonte* seront préalablement recouverts d'une double couche de *minium* ou *oxyde* de *plomb*, afin d'éviter tout effet de corrosion, qui tendrait nécessairement à diminuer la force de ce système de consolidation, lequel puise toute son essence dans les propriétés spéciales à chacun de ces métaux de différentes natures.

La quantité de *fer* à employer dans ce système de consolidation serait de 50,120 kilog., qui à raison de 0 fr. 60 c. le kilog., coûteraient. . . . 30,108 fr.

Celle de la *fonte* serait de 48,000 kil., qui à raison de 0 fr. 90 c. le kilog., coûteraient. 43,200

Total. . . . . 73,308 fr.

MOYENS D'EXÉCUTION (CHEVALEMENTS EN CHARPENTE).

Il paraitra, sans doute, intempestif de faire figurer un travail de charpente dans un ouvrage exclusivement consacré à une œuvre tout étrangère à cette partie de l'art de bâtir; mais, si nous nous permettons cette digression, c'est parce que nous sommes persuadé qu'il devient intéressant, et même nécessaire de corroborer les idées qui ont présidé au projet de consolidation que nous venons de décrire, par le développement des moyens d'exécution, dont, momentanément, la connexité avec le système lui-même, ne saurait être révoquée en doute, lorsqu'il s'agit de travaux de cette nature.

Tels sont les motifs pour lesquels nous avons intercalé ici les planches 12e et 13e que nous allons expliquer ainsi qu'il suit :

Planches 13e et 14e. (*Nota.*) La planche 13e représentant une série de *chevalements* (1), vus de face,

(1) Terme de *construction* : qui veut dire : que la saillie d'un cube quelconque, l'emporte sur la partie de ce même cube, qui repose sur le plein d'un mur.

(1) On donne ce nom à tout système de charpente, composé de pièces de bois disposées en différents sens, et qui a pour but de soutenir tout ou partie d'un édifice à reprendre *en sous-œuvre*.

Une certaine série de *chevalements* s'appelle *étayement*.

les lettres indicatives correspondent à celles de la planche 12e.

La construction supérieure de l'édifice, reposant encore sur son assiette actuelle, il sera établi un système d'*étayement*, composé, pour chaque travée ou entrecolonnement, de trois chevalements ABC, dont les chapeaux DDD, en chêne, sont en contact immédiat avec la souface des poitrails formant *sophites;* chacune de ces pièces de bois, horizontalement placée, prendra ses points d'appuis principaux sur trois fortes sapines EFG, et ses points d'appuis secondaires sur les contre-fiches en chêne HH, KK et MM, qui, buttant ces quilles perpendiculaires à différents points de leur hauteur, serviront à les roidir en décomposant ainsi la grande élasticité des fibres, particulière au bois de *sapin*. Afin de laisser à ce chevalet toute la force et la résistance que peut comporter un ensemble de charpente de cette nature, à raison des cohésions mutuelles des éléments qui la composent, nous avons pris grand soin d'éviter tout assemblage à tenons et mortaises; et les seuls refouillements que nous nous sommes permis, consistent en de rares embrèvements destinés à recevoir les extrémités des pièces de bois en chêne, qui ont à résister en biais à l'effet du poids des murs.

C'est par ce motif que nous avons adapté, à peu près dans la hauteur moyenne des deux sapines E et G, deux coussinets en chêne NN, dont les joues servent de loges aux pieds des contre-fiches HH et MM. Les goussets OO sont destinés à remplir le vide formé par la ligne de fuite de ces mêmes contre-fiches, à l'intérieur des coussinets NN. Ceux-ci sont fixés sur les sapines, a l'aide de brides en *fer* N'N'. Toutefois, une grande ceinture en *fer* O', embrasse toute cette partie du chevalement.

Cependant, la sapine du milieu F étant la quille qui reçoit le plus immédiatement le poids du mur, il devenait urgent d'en augmenter la base de résistance, en nous renfermant toutefois, dans les lignes de fondation X, de l'édifice; c'est pourquoi la partie inférieure de cette quille F est flanquée de deux *étançons* (1) en chêne SS, qui, portant du pied sur la plate-forme ou châssis d'établissement T, viennent butter, de la tête, dans deux échantignoles (2) également en chêne S'S', fixées par une bride en *fer* N'', qui remplit ici le même office que celles ci-dessus décrites.

Les patins VVVV sont destinés à protéger l'action utile de toutes les contre-fiches, en s'opposant à l'effet de déviation probable qui porterait ces dernières à quitter le poste qui leur est assigné dans ce système d'*étrésillonnement*.

La partie supérieure du *chevalement*, celle dont le chapeau D est le point d'appui, se compose de deux contre-fiches en sapin M'M', dont l'une vient butter de la tête sur une semelle en chêne X, longeant perpendiculairement le parement intérieur du mur, et l'autre supporte un cours de plabords en sapin, servant de tablier Z à un massif en plâtras Z', destiné à calfeutrer la saillie de l'entablement.

L'office des sous-étais X'X'X' est de roidir cette contre-fiche au point où celle-ci reçoit la charge du tablier en plabords.

Deux sous-contre-fiches M''M'' remplissent le même office que celles MM dont nous avons parlé plus haut, et augmentent encore la résistance de cette division supérieure de l'*étayement*.

Divers cours de moises RR, placées en différents sens et assemblées à boulons, lient entre elles toutes les parties de ce *chevalement*, et paralysent tout mouvement de déviation qui tendrait à affaiblir l'ensemble de ce système.

Cinq *chevalements* seront nécessaires, savoir: trois pour chaque entrecolonnement à reprendre en sous-œuvre, et un seul au droit de chaque colonne, mais placé en dehors dudit entrecolonnement.

Comme les phases de ce travail général de consolidation seront successives, c'est-à-dire qu'on opèrera travée par travée, il s'ensuit que ces chevalements seront périodiquement déposés et reposés trois par trois, en allant de gauche à droite; c'est ce qui fait que nous nous sommes exclusivement attaché à combiner cette charpente par système d'embrèvement, car, si d'un côté la force de ces bois ne se trouve diminuée par aucun refouillement ou mortaise, de l'autre, on trouvera évidemment économie de temps dans les quinze opérations successives de dépose et de repose.

Le *sapin* étant plus souple que le *chêne*, nous avons cherché à employer ces deux natures de bois dans les circonstances les plus avantageuses à chacune d'elles.

Ainsi, toutes les forces EFG, qui doivent agir perpendiculairement, ou sur les points les plus rapprochés du centre de gravité des murs, seront en *sapin;* celles, au contraire, KHM, qui agiront diagonalement ou de côté, seront en *chêne*, bois dont les fibres, plus fières et plus serrées, donneront, à ces parties du *chevalement*, une résistance qu'elles n'auraient point en sapin.

La quantité des bois des deux natures, qui entreraient dans chaque étayement, serait de 78st,058 cubes qui, à raison de 42 fr. le stère, coûteront. 3,278 fr. 43 c.

Le changement dudit échafaudage pour chaque entrecolonnement, compté vingt-et-une fois, à 10 fr. le stère cube, coûterait. 16,180 00

Total. . . . . 19,458 fr. 43 c.

Afin de ne laisser aucun vide dans le plein des murs de la nef, pendant le temps de leur suspension sur étais, les baies de croisées seront provisoirement bouchées en maçonnerie.

(1) Petite contre-fiche qui prend son point d'appui sur le sol, et dont la longueur varie de 0m,70 à 1m,30 au plus.

(2) Nom qu'on donne à un morceau de bois de petites dimensions, et coupé en biseau; il sert ordinairement à retenir les pannes sur le rampant des arbalétriers de combles.

CHAPITRE VII.

DE L'USAGE DU FER, DE LA FONTE ET DU CUIVRE

DANS LA CONSTRUCTION ET LA DÉCORATION DES MONUMENTS.

Jusqu'ici, nous n'avons encore traité du *fer* et de la *fonte*, qu'au point de vue de leurs diverses applications dans certaines parties de la *construction*, et nous comprenons que notre tâche ne serait que très-imparfaitement remplie, si nous négligions de faire connaître l'emploi de ces deux métaux dans plusieurs monuments entièrement érigés par cette méthode.

On ne saurait, en effet, se faire une idée exacte des ressources de premier ordre que l'art de bâtir peut tirer, aujourd'hui plus que jamais, du *fer* et de la *fonte*, si nous nous arrêtions à ce qui a été dit à ce sujet dans les chapitres précédents, et si la France ne possédait déjà plusieurs constructions métalliques monumentales, qui sont autant d'exemples instructifs pour tous, et dont, par cela même, nous nous empresserons d'entretenir un instant nos lecteurs.

Citons d'abord la flèche de la cathédrale de Rouen (Seine-Inférieure), cette admirable dentelle métallique, ouvrage aussi hardi que grandiose, dû au talent d'un célèbre architecte de notre époque, du *savant Alavoine* qui, enlevé trop tôt à son art pour avoir pu achever cette belle œuvre, en a laissé le soin et la responsabilité à M. *E. Dubois*, son heureux successeur (1).

Après de tels éloges, qui ne sont, à nos yeux, qu'un juste tribut payé au rare talent de cet architecte, on s'attendra peut-être à rencontrer dans ce livre quelques détails de cette immense charpente encore si peu connue, mais nous avouerons que, d'un côté, il faudrait consacrer un volume entier à ce travail tout exceptionnel, pour en expliquer clairement toutes les combinaisons, la hardiesse et la beauté, et que, de l'autre, ce serait ôter au successeur d'*Alavoine* tout le mérite de l'hommage justement dû à la mémoire de ce grand artiste, hommage que M. *E. Dubois* lui rendra, sans aucun doute, lorsque le monument sera achevé.

Il est aussi d'autres édifices en *fonte*, qui, pour ne pas avoir la même importance que la *flèche* de Rouen, n'en sont pas moins dignes de publicité : nous voulons parler de ces *colonnes rostrales* et de ces deux grandes *fontaines jaillissantes* qui, par une heureuse disposition de lignes, font aujourd'hui de la place de la Concorde et de ses abords, un monument complet, c'est-à-dire un vaste et élégant *forum* où la circulation est à la fois à l'aise, et garantie de tous dangers.

FONTAINE DE LA PLACE DE LA CONCORDE.

Ici nous essayerons de décrire une de ces deux fontaines monumentales, dont le style et la construction sont tout à fait identiques (1) :

PLANCHE 15e. — Le motif principal se compose d'une grande vasque disposée en cul de lampe, très-riche et relevée selon tous les contours de ses soufaces, de clous, de macarons, de raies de cœur, de festons et de grandes côtes saillantes arrondies. La partie de cette même souface qui reçoit les modillons-consoles, vient s'asseoir sur un bloc ou fuseau dont les ornements en feuilles d'acanthe ajoutent encore à

(1) Nous nous empressons de dire aussi que M. *Alavoine* fils, qui, dans ces travaux, était l'inspecteur de son père, suit toujours activement, au même titre, la continuation de ce beau travail.

(1) L'inauguration en a été faite le 1er mai 1840, jour de la fête de Louis-Philippe 1er, roi des Français.

l'harmonie des divers détails qui composent cette partie centrale du monument. Ce fuseau, dont la base est en forme de siége, sert, dans son pourtour, de points d'accotement à six figures de dimensions colossales, lesquelles, assises et représentant divers fleuves, munis, chacun, d'attributs qui leur sont particuliers, président, pour ainsi dire, à la marche d'un vaisseau à sextuple rostre (1), dont la nappe d'eau du récipient général ou bassin semble indiquer la hauteur de flottaison. Entre ces statues, et à leurs pieds, on distingue de petits dauphins lançant des filets d'eau par leurs deux narines.

Au milieu de cette grande vasque s'élève un groupe également remarquable, mais d'un genre tout différent et non moins allégorique : trois génies, entourés des divers emblèmes de la navigation, de l'abondance et des arts, et séparés entre eux par trois cygnes aux ailes étendues, dont les cols onduleux servent de tuteurs à autant de filets d'eau, reposent chacun sur un giron composé de plantes maritimes, et, s'appuyant sur un tronçon central de même style que le fuseau de la grande vasque, semblent commander aux jeux des veines liquides qui se croisent en tous sens.

Ce groupe forme le point d'appui d'une vasque renversée (2), de dimensions moindres que celles de la vasque inférieure, et ornée, sur une certaine partie de sa surface circonférencielle, de feuilles grasses dont les fréquentes découpures contribuent à l'effet des nombreuses sections de la masse d'eau continuellement alimentée par le couronnement. Celui-ci, à son tour, est composé d'un bouquet de feuilles d'acanthe, du centre duquel s'élève, en bouillonnant, une gerbe d'eau formant majestueusement à elle seule, la première division de la cascade.

Sur plusieurs points de la surface du grand bassin circulaire recevant le tribut de toutes les eaux de cette fontaine jaillissante, sont intervallairement placées six figures de tritons et de sirènes qui, pressant, chacun contre sa poitrine un dauphin par les flancs et les ouïes, semblent contraindre ces derniers à alimenter le premier étage de la cascade, en les forçant, pour ainsi dire, à lancer, par leurs gueules béantes, autant de trompes d'eau en spirales allongées.

L'on conçoit dès lors que de toute la masse d'eau tombant du couronnement, laquelle est augmentée, dans sa chute, de toute celle fournie par les divers jets s'élevant de la base du monument, surgit cet effet diaphane qui, semblable à une gaze transparente et légèrement ballottée par le vent, récrée l'œil (3), en même temps qu'elle donne la vie à cette immense place qui, sans ces deux monuments, sans l'obélisque de Louqsor (1), qui en est le centre, sans ces nombreux candélabres et les colonnes rostrales qui la meublent, eût toujours été un vaste désert limité de deux côtés par des massifs d'arbres, et des deux autres, par un fleuve et des monuments. A l'exception du grand bassin, qui est en pierre (2), tous les éléments constitutifs de ces fontaines sont en *fonte* et sortent des ateliers de M. A. *Muel* (3), fondeur à *Tusay*, près *Vaucouleurs* (département de la Meuse).

L'auteur du projet général des embellissements de la place de la Concorde et des Champs-Élysées, l'artiste habile qui a présidé à l'exécution de ce vaste ensemble, celui enfin à qui il était donné d'imprimer une vie toute nouvelle à cette grande zone dont l'aspect n'offrait, autrefois, qu'aridité et délabrement, est M. *Hittorf*, un de nos architectes les plus distingués, dont le talent s'est déjà révélé aux amis de l'architecture, par la création de plusieurs monuments remarquables (4) qui ajoutent à la splendeur et aux beautés de notre capitale.

Les modèles de sculpture qui ont servi à la *fonte* de ces deux fontaines sont de MM. *Brion*, *Debay* père, *Desbœufs*, *Elschoët*, *Feuchères*, *Gechter*, *Hoegler*, *Husson*, *Merlieux*, *Moine* et *Valois*, tous, statuaires d'un talent et d'une réputation qui n'ont plus besoin d'éloges.

L'une des deux fontaines est dédiée aux fleuves.

(1) Emblèmes des armes de la ville de Paris.

(2) On comprendra aisément que le but de cette disposition tout ingénieuse a été d'obtenir une chute d'eau sans frétillements ni secousses.

(3) Nous engageons toutefois nos lecteurs à juger de l'effet d'une de ces deux fontaines, en se plaçant dans le milieu du cours la Reine, au point d'embranchement de cette grande allée avec l'avenue d'Antin.

(1) Ce monolithe pèse 250,000 kil.

Voici ce qu'on lit sur une des faces du dé de son piédestal, qui est en granit de Cherbourg et d'un seul morceau, pesant 114,274 kil.

En présence du Roi
LOUIS-PHILIPPE Ier,
Cet Obélisque,
Transporté de Louqsor en France,
A été dressé sur ce piédestal
PAR M. LEBAS, INGÉNIEUR,
Aux applaudissements
D'un peuple immense,
Le XXV octobre
MDCCCXXXVI.

Dans le Recueil de machines qui fera suite à notre *Traité pratique* de l'art de la *maçonnerie*, sera représenté et décrit le mode ingénieux employé pour le levage et la mise en place de ce bloc imposant, travail aussi difficile que peu ordinaire, exécuté par M. *Roze* père, sous la direction de M. *Hittorf*.

(2) Tous ces travaux de maçonnerie ont été exécutés par M. Théodore *Roussel*; nous nous réservons de parler de ce système de construction dans notre *Traité pratique* de l'art de la *maçonnerie*.

(3) Cette belle œuvre a valu à M. A. *Muel* une médaille *d'argent* à l'exposition générale des produits de l'industrie en 1839.

(4) Le théâtre de l'Ambigu-Comique; la restauration première du théâtre Italien faite de concert avec M. *Lecointre;* la rotonde du Panorama de Moscou, dont le comble offre le seul exemple d'une construction de ce genre en état de suspension à l'aide de cordes en *fer* trefilé, lesquelles prennent leur base de tension sur des aiguilles en *fonte* à tête de compas, qui protégent les divers effets de dilatation, auxquels est assujetti ce système dont M. Chavier a été le constructeur, et qui fait l'objet de la planche 47e; le théâtre du Cirque-Olympique, aux Champs-Élysées, actuellement en construction (1841).

Enfin, l'église de Saint-Vincent-de-Paul, dont les proportions parfaitement calculées, la lumière bien ménagée, les dispositions toutes nouvelles et la stricte observation des saines règles de l'architecture, concourent heureusement et sans effort à faire de cet édifice public un monument de premier ordre.

Parmi les six statues, deux représentent le *Rhône* et le *Rhin*, par M. *Gechter*, et les quatre autres, les différentes récoltes du sol de la France, par MM. *Husson* et *Lanno*. Les trois génies supérieurs, qui expriment l'agriculture, la navigation et l'industrie, ont été confiés à M. *Feuchères*.

La deuxième fontaine est dédiée aux mers. Parmi les six figures, deux représentent l'Océan et la Méditerranée, par M. *Debay* père; les quatre autres, les différents genres de pêche, par MM. *Valois* et *Desbœufs*. Les trois génies, qui figurent la navigation maritime, le commerce et l'astronomie, ont été confiés à M. *Brion*. Les tritons et les néréides, qui sont placés dans les grands bassins, ont été exécutés par MM. Antonin *Moine*, *Elschoët* et *Merlieux*; toute la sculpture ornementale est exécutée par M *Hoegler*; ces sculptures sont en grande partie enrichies de dorures.

Le volume d'eau affecté à chaque fontaine est de 350 pouces. Les célèbres fontaines de Saint-Pierre, à Rome, n'ont chacune qu'un volume de 200 pouces, c'est-à-dire trois quarts de fois moins d'eau que celles de la place de la Concorde.

PLANCHE 16e.—Outre la double ligne de candélabres, qui décore d'une manière si brillante la grande avenue des Champs-Élysées, M. *Hittorf* a placé aussi dans quatre des quinconces et au rond-point de cette belle promenade, plusieurs fontaines jaillissantes de même style que celles que nous venons de décrire, mais d'un aspect moins riche. Les modèles des figures qui font le principal ornement de chacunes d'elles, sont dus aux statuaires *Duret*, *Desprez* et *Barre* fils. M. *Calla* est le fondeur de ces belles pièces qui, en fait de *fer fondu*, ont donné des résultats bien supérieurs à ceux déjà obtenus par ses confrères. Une partie de la planche 17e représente la fontaine jaillissante du carré de l'*Élysée*.

Que si les lignes que nous venons de tracer doivent subir les lois d'une critique peut-être trop sévère, nous avouerons que tout ce que nous avons dit est l'expression franche de notre opinion sur ce projet et sur l'artiste recommandable qui en est le principal auteur; qu'en cela, comme en tout ce que nous avons déja avancé, et ce que nous avancerons encore dans le cours de cet ouvrage, nous aurons eu à cœur de prouver que nous sommes entièrement dégagé de cet esprit de parti, malencontreux et de mauvais vouloir, qui s'attache exclusivement à scruter les quelques défauts de toute œuvre de ce genre, soumise au jugement de tous, et prend à tâche de ne tenir aucun compte de cette infinité de détails heureux qui en distinguent le caractère et le bon goût.

Le but de cet ouvrage étant de corroborer autant que possible les descriptions des monuments dont il traite, par la raison d'exécution spéciale à chacun d'eux, nous avons cru devoir analyser ainsi les constructions représentées dans les planches 15e, 16e et 17e.

Savoir :

Sous-détails de construction des fontaines de la place de la Concorde.

Le poids d'une fontaine est de 31,707k·92c. (1), qui, à raison de 1f. 20c. le kilog., y compris la peinture en couleur de bronze (2), font. . . . . 37,569fr. 50c.

La fonte pour chacune des six grandes figures assises, a coûté 3,000 fr., ci. 18,000 00

Pour chacun des trois tritons et des trois néréides, 2,500 fr., ci. 15,000 00

Pour chacun des trois génies debout, 1,500 fr., ci. 4,500 00

La dorure : 100 mètres superficiels, à 45 fr. le mètre, ci. 4,500 00

Total pour une fontaine. . . 79,569 50

Dont à déduire 12fr.,035 pour 100 de rabais soumissionné, ci. 9,576 18

Ci, pour une fontaine, prix net (3). 69,993 32

Nota. Dans son mémoire, M. Muel établit le poids de la fonte de chaque fontaine à. . . . . 52,815k·11c.
au lieu de. . . . . 31,307k·92c.
portés au devis. — Différence en plus. . . . . 21,507k·19

Mais un article du cahier des charges ayant prévu le cas de cette augmentation, par suite d'épaisseurs plus fortes que celles annoncées et données aux pièces, l'adjudicataire n'a eu droit à aucune indemnité, sauf le cas où il s'est trouvé d'avoir eu à faire des fournitures supplémentaires imprévues; d'où il suit en définitive, que le poids total de *fonte* pour ces deux fontaines monumentales est de 62,613k·84c., qui, à raison du rabais de 12,035 pour 100, et eu égard à la somme de 70,200f., dépensée pour frais de modèle, ont coûté 210,186f·64c.

(1) Dans ce poids ne sont pas compris les tuyaux pour l'arrivée des eaux, ni pour leur décharge.

(2) Cette peinture a été faite par le nouveau procédé de M. de *Plainville*, procédé qui a répondu, jusqu'à présent, à son but, qui est d'imiter parfaitement le bronze et d'empêcher la rouille.

(3) Dans cette somme de 69,993 fr. 32 c. ne sont pas compris les frais des modèles, ni pour les figures, ni pour toutes les autres parties d'ornements. Ces frais qui ont été supportés par la ville de Paris, se sont élevés, pour les deux fontaines, savoir :

Pour les 24 figures (les 3 tritons et les 3 néréides ayant été seuls répétés), à. . . . . 45,000 fr.
Et pour les sculptures d'ornements, à. 25,200
Total. . . . . 70,200 fr.

Laquelle somme est à répartir sur les deux fontaines.

Sous-détails de construction des quatre fontaines des Champs-Élysées.

Le poids de la fontaine de *Vénus* (1) (carré dit des Ambassadeurs), est de 5,556k.60, à raison de 1fr.20c. le kilog., y compris la peinture, couleur bronze, ci.	6,667 fr.	92 c.
La dorure, 16m.00 à 45 fr. le mètre, ci.	720	00
La figure de 2m.20c de proportion. .	3,800	00
Prix de la fontaine. . . .	11,187	92
Dont à déduire le rabais de 16 fr. 25c. pour 100, ci	1,818	03
Prix net.	9,369	89

Nota. Le poids porté par M. *Calla* est de. . . . 6,271k.90c.
au lieu de. 5,556 60
Différence en plus. . 715 30

Le poids de la fontaine de l'*Élysée-Bourbon*, est de 5,297k.14c. à 1 fr. 20c. le kil., y compris la peinture, couleur de bronze, ci.	6,356 fr.	56 c.
Dorure, 12m.00c. à 45fr. le mètre, ci.	540	00
Prix de la fontaine. .	6,896	56
dont on a déduire le rabais de 16fr. 25c. pour cent, ci.	1,120	69
Prix net.	5,775	87

Nota. Le poids donné par M. *Calla* est de. . . . . 5,130k.
au lieu de. . . . . 5,297k.14c.
Différence en moins. . 167k.14

Le poids de la fontaine du carré de *Marigny* est de. . . . . 7,466k.45c. à 1fr.20c. le kilog., compris la peinture en bronze.	8,959 fr.	74 c.
Chaque figure à 1,600 fr., ci pour les quatre.	6,400	
20 mètres de dorure à 45 fr. le mètre, ci.	900	
Prix de la fontaine. . . .	16,259	74
Moins le rabais de 16fr. 25 pour 100, ci	2,642	20
Prix net.	13,617	54

Nota. Le poids donné par M. *Calla* est de. 8,819k.00
au lieu de. 7,466 45
Différence en plus. 1,352.55

N'est pas compris dans le poids de chacune de ces fontaines celui des tuyaux pour l'arrivée et la décharge des eaux.

Nota. Le cahier des charges avait prévu le cas d'une augmentation de poids de la part du fondeur, et stipulé qu'il ne lui en serait pas alloué, mais que dans le cas contraire, c'est-à-dire dans celui d'infériorité de poids, l'entrepreneur devait tenir compte de la différence.

Dans les différentes sommes du prix net des *fontes*, ne sont pas compris les frais de modèles supportés par la ville; ces frais se sont élevés, savoir :

Pour les deux figures et le groupe de quatre, à.	11,200 fr.
Pour la sculpture d'ornements, à. . .	8,500
Total.	19,700

A répartir sur les quatre fontaines dont nous venons de donner les sous-détails (1).

D'où il suit, en définitive, que le poids total de *fonte* pour les quatre fontaines des carrés des Champs-Élysées est de 23,876k.79 qui, à raison du rabais de 16fr.25 pour 100, et eu égard à la somme de 19,700 fr., dépensée pour frais de modèles, ont coûté 57,833fr.19.

L'alimentation générale des eaux s'effectue par d'énormes tuyaux en *fonte*, dont la souche s'embranche sur un des principaux conduits partant du canal de l'Ourcq, dit de la Villette, au nord de Paris.

FONTAINE DE LA PLACE RICHELIEU.

PLANCHE 17e.—Nous ne négligerons pas, toutefois, d'appeler la sérieuse attention des artistes et des constructeurs sur cet élégant monument de date encore toute récente (2), érigé sur la place *Richelieu*, d'après les dessins et sous la direction d'un architecte plein de goût et de talent, de M. *Visconti*, qui a su trouver dans l'emploi de la *fonte* toutes les ressources que commandait à son œuvre l'art de l'architecture joint à celui de la statuaire. Entourée d'un grand bassin en pierre de *Château-Landon*, qui sert de récipient aux eaux tombant en cascade, cette *fontaine jaillissante* se compose d'une première vasque de très-grandes dimensions, en *fonte*, ornée sur son pourtour, des douze signes du zodiaque et de *mascarons* par lesquels s'échappent les veines liquides dont la chute s'effectue dans le grand bassin.

Cette première vasque repose sur un piédestal en marbre, de forme quadrangulaire et à oreillons fesant de chacune de ses faces une espèce de loge

(1) A l'exception de la figure qui est une *Diane*, cette fontaine est répétée dans le carré *Ledoyen*.

(1) Tous ces précieux renseignements nous ont été officieusement communiqués par M. *Hittorff*, qui, dans l'intérêt d'une publicité qu'il croit, justement, utile à tous les constructeurs, s'est empressé de mettre à notre disposition ses nombreuses études et les devis relatifs à chacun de ces divers monuments exécutés sous sa direction.

(2) Ce monument, commencé en 1836, a été achevé et inauguré en novembre 1839.

dans laquelle est placé un groupe en *fonte*, représentant un génie armé d'une conque marine et qui semble commander à un dauphin lançant l'eau par ses deux narines.

Une vasque supérieure, également en *fonte*, ornée aussi sur son pourtour, de coquillages et de petits *mascarons* donnant passage à autant de veines liquides qui alimentent la première vasque, mais de dimensions bien moins grandes que cette dernière, celle, en un mot, qui, avec l'urne placée à son centre, forme l'apogée du monument, est portée par quatre figures allégoriques chargées, chacune, de divers attributs qui leur sont particuliers, et représentant quatre de nos principaux fleuves, la *Seine*, la *Loire*, la *Garonne* et la *Saône*.

L'urne, sommet de la chute des diverses colonnes d'eau tombant périodiquement dans les deux vasques dont il vient d'être parlé, est de forme très-gracieuse, relevée de sculptures figurant toutes sortes de fruits, et principalement de quatre têtes de faunes qui lui servent d'anses, et dont les bouches servent d'orifices à l'épanchement des eaux, qui, de chute en chute, tombent enfin dans le grand bassin.

A l'exception de ce bassin, du piédestal et du fuseau sur lequel sont adossées les figures allégoriques qui se tiennent debout, toutes les autres parties de cette fontaine monumentale sont en *fonte* et sortent des ateliers de M. *Calla* fils, fondeur (1) à Paris.

Cependant, n'oublions pas de dire que si ce monument ajoute beaucoup à la réputation d'homme habile que M. *Visconti* s'est déjà faite parmi ses confrères, cet architecte a été puissamment secondé dans cette belle œuvre par le sculpteur *Klagmann*, dont le talent, bien connu aujourd'hui, promet à cet artiste un brillant avenir.

Sous-détails de construction.

Le poids de la *fonte* employée pour les figures, les vasques et les ornements de cette *fontaine*, est de 28,000 kilogrammes, qui ont été payés la somme de. . . . . 33,000 fr.

L'exécution des modèles a coûté. . .	13,000
Les travaux de marbrerie se sont montés à.	16,600
Et ceux de maçonnerie, à la somme de.	10,922
Enfin les travaux d'hydraulique se sont élevés à.	8,265
La dépense s'est donc élevée à la somme totale de.	81,787 fr.

L'eau qui alimente cette fontaine est celle du canal de l'Ourcq.

Citons aussi les douze piles gigantesques en *fonte* (1) du pont suspendu de *Saint-André de Cubsac* (Dordogne), si ingénieusement construites par M. *Émile Martin*, sous la direction de l'ingénieur *De Vergès*, les arches (2) du pont fixe, dit du Carrousel, à Paris, savant projet de l'ingénieur Polonceau, dont l'exécution est encore due au même constructeur; les énormes tambours en bronze (3) de la colonne de juillet (4); plusieurs ponts construits en *fonte* sur une de nos principales lignes de chemins de fer (5), ouvrages que nous devons encore à M. *Émile Martin*, et tant d'autres pièces de *fonte*, comme les gros *tuyaux* de conduite d'eau, les *chaises* et autres accessoires des machines à vapeur en général, les *beffrois* (6) de nos moulins modernes, etc., etc., qui, pour ne pas être de dimensions aussi colossales que celles que nous venons de mentionner, n'en peuvent pas moins baser définitivement nos idées sur les services multipliés que le *fer* et la *fonte* ont déjà rendus et pourront rendre encore dans les constructions monumentales.

Cependant, la *France* n'est pas le seul pays où le *fer* et la *fonte* jouent aujourd'hui un très-grand rôle, la Russie possède aussi des monuments exclusivement construits d'après cette méthode; et, dire ici que la nouvelle charpente métallique employée dans le court espace de *quatre mois* pour la reconstruction du palais impérial de Saint-Pétersbourg, a absorbé plus de QUATRE MILLIONS de kilogrammes de *fer* et de *fonte*, non compris la *tôle* pour la toiture, c'est expliquer très-clairement comment les peuples du Nord savent

(1) Les fontes de M. *Calla* ont valu à cet honorable industriel une médaille d'*or* à l'exposition générale des produits de l'industrie, en 1839.

(1 et 2) Ces deux systèmes de construction, figurés dans plusieurs planches, font partie de ce Traité.

(3) Leur diamètre est de 4 mètres environ.

(4) M. *Alavoine* en était l'architecte, mais, à sa mort qui eut lieu en 1839, ce savant artiste a été remplacé par M. *Duc*. L'inauguration de cette colonne a eu lieu le 28 juillet 1840.

(5) Chemin de fer de *Paris* à *Orléans*, dont M. Ad. *Jullien* est l'ingénieur en chef.

(6) Cette sorte de construction, qui a plutôt trait à la science de l'ingénieur qu'à celle de l'architecte, a la forme d'un *kiosque* composé de six colonnes en *fonte*, surmontées d'un couronnement de même métal, avec châssis au-dessus, en *charpente* recevant immédiatement l'*appareil* des meules qui, dès lors, reposent au premier étage.

Au dire des juges experts en la matière, et particulièrement à celui d'une de nos sommités en fait de sciences mathématiques et agricoles, de M. le vicomte *Héricart de Thury*, le plus bel exemple qu'on puisse citer de ce système de *construction* appliquée à la *mécanique*, est sans contredit le *beffroi* à six paires de meules, établi dans l'usine modèle de M. P. *Chamgarnier* fils, propriétaire des moulins de *Duvy*, près *Crespy* (*Oise*).

Mais il est vrai de dire qu'il a été découvert, il y a déjà trois ans, un système en tout préférable à celui dont il vient d'être fait mention. L'auteur de ce Traité d'application, ainsi que l'honorable industriel précité, se sont entendus pour imaginer un nouveau *beffroi* construit *tout* en pierre, dont les combinaisons sont exclusivement basées sur l'étude de la *stéréotomie* et de la *statique* appliquées à la science de la *mécanique*.

Ce mode de construction, adopté depuis cette époque par nos premiers constructeurs de moulins modernes, justifie et au delà ce que nous venons d'avancer en faveur de ce nouveau système (*voir* pour plus amples renseignements la description du beffroi, *Eck* et *Chamgarnier*, dans le Bulletin de janvier 1839, publié par la Société d'encouragement pour l'*industrie nationale*). Du reste, cette utile invention a valu à ses auteurs un titre très-honorable, celui de membres correspondants de la Société royale et centrale d'agriculture de France, pour le département de l'Oise.

(*Note des Éditeurs.*)

comprendre et apprécier toute l'utilité de ces deux métaux dans les constructions. Nous sommes donc persuadé qu'on ne verra pas sans intérêt figurer dans les planches 14e, 15e et 16e de cet ouvrage un arc de triomphe érigé en *fer*, *fonte* et *cuivre* à Saint-Pétersbourg, il y a à peu près deux ans.

L'on trouvera aussi plus loin d'autres détails de l'application non moins utile de ces métaux dans ces vastes contrées où leur extraction, leur mise en œuvre, voire même l'importation du *fer* de *Suède* reviennent d'ordinaire, à très-bon marché.

Si nous ne disons rien de l'Angleterre touchant la variété infinie des usages de toutes natures auxquels cette industrielle nation sait assujettir le *fer* et la *fonte*, c'est que personne n'ignore qu'elle sait les employer avec un tact tout particulier, soit dans la construction des édifices et des maisons (*voyez* CHAPITRE IV, pl. 5), soit pour la confection des divers organes qui constituent ses machines en général.

ARC DE TRIOMPHE A SAINT-PÉTERSBOURG.

Telle est ci-après, l'intéressante notice qui nous a été communiquée sur l'arc de triomphe ou porte d'Entrée (dite de Moscou) construite en *fer* et *fonte*, à *Saint-Pétersbourg* en 1838 (1).

PLANCHE 18e. — Ce monument, qui est la plus gigantesque des constructions en *fonte* de *fer* connues, puisqu'il a près de 25 mètres de hauteur, a été fondu dans les fabriques de la Couronne, dites d'*Alexandrofsk* et de *Pétersbourg*, situées aux environs de cette capitale, et dirigées par M. *Matthieu Clark*, leur savant directeur.

L'arc repose sur une assiette en *pierre* de taille, bordée à l'extérieur d'une bande de *granit* taillé, et contient en métal, environ 62,500 kilog. de *fonte*, de *fer* et de *cuivre*, ou 3,750 pouds russes.

La longueur de cet arc est de 119 pieds (2); sa largeur est de 28 pieds; la hauteur de la colonne avec le chapiteau, en comprenant le socle et l'architrave, est de 49 pieds. Le diamètre des colonnes à la base est de 8 pieds 2e, et sous le chapiteau de 6 pieds 3e. L'entablement est haut de 15 pieds 9e; l'attique de 10 pieds 6e; le socle de 2 pieds 7e $\frac{1}{2}$, et le tout ensemble est de la hauteur de 77 pieds 10e $\frac{1}{2}$.

L'arc de triomphe est composé de 12 colonnes en *fer fondu*, placées six de front (*voyez* fig. 1re) et formant au milieu, un grand, et sur les côtés, deux petits passages (*voyez* fig. 2e); chaque colonne est composée de onze tambours superposés l'un à l'autre et reposant sur des pivots en *fer*. Les socles composant la base des colonnes, sont unis; les neuf tambours formant chaque fût, présentent sur leur circonférence *vingt* cannelures dont celles des chapiteaux ont 4e de largeur. Ces fûts, ainsi cannelés, sont couronnés de chapiteaux en *cuivre* battu (*voyez* planche 16e, fig. 1re). A partir des angles de l'arc, les pièces inférieures des quatre colonnes ABCD, et celles des colonnes intérieures EFGHIJKLM, sont garnies sur les côtés, de plaques en *fer fondu*, comme le socle.

Aux deux extrémités des bases, sont établis, pour les piétons, deux escaliers bordés de garde-corps (*voyez* fig. 2e); dans la cavité de chaque chapiteau repose une forte poutre en *fonte*; celle qui se trouve sur l'escalier est fondue en forme de cercle adapté à l'extérieur de la colonne, afin de ne pas gêner l'entrée de l'escalier; elle est fixée à l'aide de crampons comme celles qui se trouvent dans l'intérieur des autres chapiteaux (*voyez* planche 20e, fig. 2e).

PLANCHE 19e. — Sur ces poutres repose un plancher à rebord, composant l'architrave. La travée principale A est composée de quatre demi-cercles en *fonte*, établis sur quatre poutres reposant sur les colonnes. La frise sur laquelle sont placés trente génies (*voyez* planche 18e, fig. 1re et 3e), est composée de pièces quadrangulaires. Un escalier en spirale B, conduisant à la partie supérieure du monument, est établi dans l'intérieur d'une des colonnes.

PLANCHE 20e.—La zône supérieure de cet arc triomphal est composée de plusieurs étages de combles sur lesquels sont établies des toitures en *tôle* (*voyez* ABCDE, fig. 3e) recouvrant l'attique et les frises dont les corniches sont établies en *cuivre* battu (*voyez* planche 14e, fig. 4e, planches 15e et 16e NOP).

Les trophées, les génies portant les armes des divers gouvernements de la Russie, ainsi que les chapiteaux des colonnes, sont également confectionnés en *cuivre* battu (*voyez* fig. 1re, et la fig. 4e de la planche 18).

Les trophées sont assemblés sur des carcasses en *fonte* et *fer* (*voyez* fig. 3e); l'escalier (*voyez* B planches 19e et 20e), ménagé dans l'intérieur d'une des colonnes, est établi en *fonte* et *fer*, avec noyau plein et selon des combinaisons à peu près les mêmes que celles figurées planche 7e.

La plus grande partie des pièces composant cet arc de triomphe, est coulée dans des formes sèches qui produisent ordinairement des surfaces de métal assez unies. Les tambours de colonnes en *fonte* sont coulés dans des moules ordinaires qui ont été bâtis sur des moules en bois, méthode, du reste, constamment usitée dans toutes les fonderies où se fabriquent les éléments de construction qui ont trait à l'industrie en général.

(1) Nous devons ces intéressants documents, ainsi que d'autres également relatifs aux autres constructions russes, qui font aussi partie de cet ouvrage, à M. le général TCHEFFKINE, major général des ingénieurs des mines de Russie.

(2) Le pied *anglais* correspond à *onze pouces* 2 *lignes* du pied français ou 3déc.,0479449 de notre système décimal, le mètre *français* correspond donc à 3p.,2808992 *anglais*.

TITRE III.

DES APPLICATIONS COMBINÉES DU FER,

DE LA FONTE ET DE LA TÔLE DANS LA CONSTRUCTION DES COMBLES.

CHAPITRE PREMIER.

DES COMBLES DE MONUMENTS.

Depuis l'époque à laquelle l'art de bâtir, aiguillonné sans doute par les découvertes qui ont successivement agrandi le domaine de toutes les sciences pratiques, a justement compris l'impérieux besoin de marquer sa place au premier rang des progrès de l'*industrie*, cette richesse première entre toutes les richesses de notre pays, la *construction* des combles métalliques s'est très-sensiblement simplifiée, et a acquis une extension dont les limites s'étendent déjà très-loin.

Les praticiens, mieux éclairés sans doute par l'expérience des faits et par des études plus approfondies sur les diverses propriétés des éléments qui constituent ces sortes de systèmes, sont parvenus aujourd'hui, par les applications combinées du *fer*, de la *fonte* et de la *tôle* dans l'établissement des combles, à obtenir des résultats d'autant plus appréciables, que ceux-ci, tout en présentant les caractères d'une solidité à toute épreuve joints à ceux d'une durée qu'on ne saurait déterminer, ont enfin justifié cette double économie de matériaux et de main-d'œuvre, qui fait que le coût d'un comble métallique est actuellement le même que celui d'un comble en charpente et quelquefois moindre.

Partant, la densité de ces matériaux, l'extrême rigidité dont ils sont doués, le peu de place qu'ils occupent dans les combinaisons d'un comble dont ils sont l'âme, la possibilité qu'ils donnent de pouvoir profiter d'emplacements beaucoup plus vastes que dans l'hypothèse d'un comble en bois, sont autant de raisons puissantes qui doivent indubitablement faire préférer à toute autre cette nouvelle méthode qui, à notre avis, a fait, depuis quelques années, des progrès très-remarquables, et dont, pour l'intérêt de la science, nous savons grandement gré à certains constructeurs (1).

Entre autres systèmes de ce genre, celui à créer pour le nouveau comble de la cathédrale de *Chartres* (Eure-et-Loir) était bien fait pour exercer la plus heureuse influence sur les idées des artistes qui ont trouvé dans les études variées de ce gigantesque projet, la rare occasion de prouver tout le parti que l'on peut tirer de l'emploi du *fer* et de la *fonte* dans les constructions monumentales. Nous croyons donc que ce ne sera pas sans intérêt qu'on verra figurer dans cet ouvrage, non-seulement ce grand système de comble exécuté par M. *Mignon*, mais aussi les deux projets dus, l'un à M. *Roussel*, l'autre à M. *Leturc*.

Le *fer* étant la partie dominante du projet de M. *Roussel*, c'est de ce système que nous allons parler d'abord.

(1) MM. *Leturc*, *Roussel*, *Mignon*, *Fauconnier*, *Chavier*, *Albouy*, *Travers*, *Didier*, *Fleuret*, etc., etc., tous, entrepreneurs de serrurerie employés dans les travaux publics.

COMBLE EN FER DE LA CATHÉDRALE DE CHARTRES.

Projet par M. Roussel.

La forme du comble dont nous allons analyser les divers systèmes étant une donnée résultant de l'architecture du monument, on a dû se renfermer dans l'ouverture d'angle de l'ancien comble incendié (1); toutefois, il nous suffira de dire que cette construction appartient à la catégorie des *combles* appelés *pointus*, c'est-à-dire inclinés suivant un rayon de 60 à 70 degrés centigrades.

PLANCHE 21e. — La *figure première* représente l'élévation d'une des trente-sept fermes de la nef et du chœur; celles du chevet et des bas côtés ou bras de la croix, seront l'objet d'une autre description.

Chacune de ces fermes est composée de deux arbalétriers *d*, à courbure très-peu prononcée, renforcés l'un et l'autre d'un sous-arbalétrier ou jambe de force *g'*, reliés entre eux par un bas entrait K, et par trois cordes intermédiaires en *fer* rond *cef*, dont le commun office de tension est d'empêcher toute tendance à écartement. Une grande aiguille pendante *b*, servant en même temps de poinçon au faîte, et deux aiguilles latérales *b'b'*, soulagent ces quatre cordes, en divisant leur longueur totale en quatre sections, et sont autant de points d'appui qui contribuent puissamment au plus grand effet de leur tirage.

Le détail A (*voy.* fig. 2e) indique les semelles *x* des jonctions des arbalétriers *dd*, à leur point de rencontre formant faîtage, dont la mortaise ou encastrure a été toutefois ménagée dans leur épaisseur, afin de ne pas donner une plus grande aiguïté au sommet du comble, et de ne laisser aucun vide entre le chevronnage et les autres pièces destinées à servir d'appui à cette contexture toute métallique.

Deux pièces de rapport, flanquant les deux jouées des arbalétriers *dd*, et venant buter sur le dernier étage de pannes, forment à l'aide de boulons à écrous, le seul assemblage desdits arbalétriers; elles servent aussi de point de suspension à l'aiguille pendante *b*, là où celle-ci fait le poinçon du comble. L'aiguille pendante *b* (*voy.* le détail B, fig. 3e) est divisée en quatre brins assemblés les uns dans les autres à l'aide de languette et fourchette reliées entre elles par de petits boulons à écrous.

Les différents points où les arbalétriers *dd* servent d'agrafes aux cordes intermédiaires CEF (détail C, fig. 4), sont renflés en moufles, afin d'opposer une résistance efficace aux efforts de tension de ces chaînes de retenue.

La *figure quatrième bis* (détail C') représente l'agrafement ou assemblage de ces diverses parties des arbalétriers avec les cordes dont nous venons de parler.

(1) L'ancien comble en charpente de la cathédrale de *Chartres* a été détruit par un incendie, il y a environ quatre ans.

Comme les développements de ce comble sont tels, qu'il devenait impossible de former un pan de ferme à l'aide de barres de *fer* d'un seul morceau, il a fallu remédier à cet inconvénient par un mode d'assemblage qui pût donner, pour ainsi dire, autant de sécurité que dans l'hypothèse d'une non-solution de continuité dans la longueur du *fer*. A ces fins, le projetiste n'a su mieux faire (et c'était le seul moyen d'y parvenir) que d'amarrer deux longueurs de *fer* l'une à l'autre par un *trait de Jupiter* (*voy.* le détail D, fig. 5), main-d'œuvre que nous ne définirons pas ici, en ayant déjà fait mention dans la *planche* 2e, fig. 9.

Dans le détail E (*voy.* fig. 6), est indiqué en développement un des noyaux d'assemblage composé de la tête du sous-arbalétrier *g*, de la fourchette d'une des cordes *cef*, et de celle d'une des aiguilles latérales *b'b'*; cette partie de comble doit être considérée comme une des plus importantes, car elle est, pour ainsi dire, le seul obstacle qui puisse efficacement s'opposer à toute tendance à fouettement de la part des arbalétriers *d*.

Les manchons *h*, en *fonte* (détail F, fig. 7 et 7 *bis*), au nombre de cinq dans la hauteur des arbalétriers, présentent, de l'un et de l'autre côté de ceux-ci, autant d'encastrures qui servent de logements aux abouts des pannes, lesquelles sont en *fer*, et légèrement cambrées.

Le détail G (*voy.* fig. 8) indique les fonctions d'une des deux frettes ou brides *ii* en *fer*, qui, à l'aide d'un coin de même métal noyé à son intérieur, a pour office de maintenir l'état de raidissement des principales pièces de chaque ferme.

Dans le détail H (fig. 9), on voit figurer le pied de chaque arbalétrier reposant sur une semelle *l* en *fer*, laquelle porte un coude intérieur et longe un des parements de la maçonnerie jusqu'au point où, se retournant en équerre, son extrémité qui forme harpon, se trouve scellée dans le plein du mur.

Cette même semelle *l* reçoit en outre, dans un sabot (*voy.* le détail L, fig. 12) enlevé de la même pièce, le pied du sous-arbalétrier ou jambe-de-force *g*, combinaison qui détermine, seule, un même point d'appui pour les deux principales parties du comble, précitées.

Une ancre à tête taraudée, relie ensemble les pieds de chaque ferme avec les semelles, et établit ainsi entre eux la solidarité la plus complète.

Les colliers JJ (*voy.* fig. 10), qui font partie du bas entrait, sont destinés à paralyser les effets de fouettement, auxquels pourrait donner lieu l'état d'isolement dans lequel se trouve la jambe-de-force, depuis le sabot L jusqu'à la première frette G.

Le détail K (fig. 11) indique le système d'assemblage des deux barres formant ensemble toute la longueur de l'entrait; c'est un *trait de Jupiter*, en tout semblable à ceux dont nous avons déjà parlé.

La *figure treizième* est l'indication du mode employé pour relier entre eux tous les petits *fers* carillons, for-

mant grillage, et destinés à recevoir la couverture, qui est également métallique. — Ces fermes, distantes les unes des autres de 2m,50, sont contre-tenues entre elles par deux cours de pannes, lesquelles s'élèvent ensemble au nombre de 12.

Les deux fermes diagonales, les grandes et les petites fermettes de la croix, les demi-fermes du chevet, étant toutes établies d'après le même principe, et ne différant de force et de dimensions qu'en raison de l'ouverture des différents angles de ce comble, il deviendrait superflu d'en analyser ici les combinaisons; seulement, nous donnerons quelques explications sur la manière dont les grandes fermes diagonales et celles du chevet se rattachent ensemble au point commun de leur faîtage.

Planche 22e. — La *figure première* donne l'élévation d'une des deux grandes fermes diagonales du centre de la croix.

Le détail A (*coupe*, fig. 2) indique une portion de l'anneau ou trompillon, vu en plan (fig. 3), qui reçoit, d'une part, chacun des sommets des arbalétriers de ces grandes fermes, et, de l'autre, les quatre pans donnant à ces deux faîtages la forme d'une croix.

Ce trompillon est renforcé à son horizon par quatre branches concentriques (*voy.* fig. 4), avec œil ménagé au milieu, pour recevoir le pied d'un paratonnerre X.

Afin de maintenir cette grande aiguille dans un état parfait d'équilibre, ce trompillon est flanqué de quatre jambes-de-force (*voy.* EF, fig 1, 2 et 5) qui s'assemblent, d'un bout, sur une boîte en *fonte* G servant de point de suspension à la grande aiguille pendante *b*, et de l'autre, sur les deux arbalétriers de la grande ferme.

Comme, dans cette partie du comble, les cordes *cef* suivent une direction parallèle à celle des parties de fermes qui viennent buter sur le trompillon dont il vient d'être fait mention, le manchon en *fonte*, à quatre branches (*voy.* le détail B, fig. 6), traversé, toutefois, dans son milieu, par l'aiguille *b*, sert de point central de retenue à ces diverses sections de tirages horizontaux.

Planche 23e. — Les *figures première et deuxième* indiquent les grandes et les petites fermettes de la croix, autrement dites de croupes, ou empannons qui viennent s'appuyer, d'un bout, sur les jouées des grandes fermes diagonales de la croix, et reposent, de l'autre, sur la ligne de noue déterminée par le point de rencontre du comble de la nef et du chœur, avec celui prolongé des bras de la croix.

La *figure troisième* représente en plan et en élévation la réunion de ces diverses fermettes avec ces grandes fermes d'angle.

Dans la *figure quatrième*, on reconnaît une des demi-fermes de chevet ou croupe de ce grand comble, vue en élévation; la réunion de ce faisceau d'arbalétriers a cela de particulier, que ceux-ci n'arrivent pas tous au point d'aiguïté du comble, et que les plus petits viennent s'emmancher à la hauteur AB, sur une ceinture en *fer* (*voy.* fig. 5), laquelle sert de premier cours de pannes semi-circulaires aux arbalétriers plus grands.

A chaque étage de cordes ou entraits secondaires *cef*, est placé un demi-disque à trois branches concentriques avec œil au milieu, pour le passage de la grande aiguille pendante *b* (*voy.* fig. 6 et la coupe sur CD). Il sert de point central de réunion à toutes ces cordes partant, chacune, de l'arbalétrier auquel elle est agrafée, et cet ensemble présente, ainsi, à l'intérieur, quatre grils pour ainsi dire superposés qui ont pour but d'empêcher toute tendance à déviation dans certaines parties de cette espèce de rotonde, dont le sommet sert de plateau à une grande statue en *fonte*.

Dimensions des fers.

Les arbalétriers sont en *fer* de 0m,11 sur 0m,027 jusqu'à la deuxième moufle, et ensuite de 0m,095 sur 0m,027 jusqu'au sommet. Les sous-arbalétriers sont en *fer* de 0m,11 sur 0m,027 dans toute leur longueur.

Les frettes, ou brides d'enclave, ont.	0m,08 sur 0m,016
Les ancres à sabots ont.	0 ,047 de côtés.
Les semelles de jonction des arbalétriers ont.	0 ,055 sur 0m,016
Le bas entrait est en *fer* sur champ de.	0 ,08 sur 0 ,022
Les trois cordes intermédiaires sont en *fer* rond de.	0 ,035
L'aiguille pendante est également en *fer* rond de.	0 ,031
Les deux aiguilles latérales sont en *fer* rond de.	0 ,027

D'où il suit, d'après les calculs, qu'une ferme construite d'après ce système pèse. . . .	2,299k	
Que les 36 autres pèsent.	82,764	
Et que les autres parties de ce comble, telles que grandes et petites fermettes, demi-fermes, pannes, chevronnages, grils du chevet, sabots, ancres et boulons, pèsent ensemble.	172,715	75
Ce qui donne pour total du poids des *fers*.	257,778k	75
Lesquels, à 1 fr. 20 c. le kilog., donnent.	309,334fr.	50
A laquelle somme il convient d'ajouter, pour 5,476m 60 c. de couverture en cuivre, pesant ensemble 49,973k 95 c., à raison de 3 fr. 80 c.	189,901	01
Ce qui fait, pour la dépense totale de ce comble, la somme de	499,235fr.	51

Les motifs pour lesquels nous sommes entré dans ces nombreux sous-détails se trouveront sans doute justifiés en ce sens, que tout ouvrage du genre de celui que nous écrivons doit, à notre avis, comprendre, non-seulement des explications très-étendues sur les diverses propriétés de tel ou tel système soumis à nos diverses descriptions, mais aussi les dimensions et le coût des matériaux qui en ont constitué l'érection.

COMBLE EN FER ET FONTE DE LA CATHÉDRALE DE CHARTRES.

Projet par M. Leturc.

Ce projet diffère sensiblement de celui que nous venons de décrire, en ce que l'emploi de la *fonte* domine de beaucoup sur celui du *fer* dont les fonctions consistent principalement en armatures, agrafes, boulons, et dans le bas entrait qui retient l'écartement des arbalétriers des fermes; celui-ci se trouve supporté selon trois points de sa longueur, par autant d'aiguilles pendantes remplissant le même office que celles dont il a été parlé dans le premier projet.

Nous ne répéterons pas ici ce que nous avons déjà dit touchant la forme et la hauteur de ce comble, les explications que nous avons données en tête de ce chapitre devant également subsister, quant à l'ouverture d'angle, qui est celle de l'ancien comble.

Planches 24e et 25e. — La charpente de ce comble est composée : de vingt-cinq fermes en *fonte* de *fer*, et de vingt-quatre travées de remplissage en *fer* forgé, plus, de quatre demi-fermes formant noue à la jonction des deux combles, et de trois demi-fermes pour le chevet du chœur.

Chaque ferme est composée de huit panneaux (*voy.* fig. 1), s'assemblant l'un à l'autre par huit très-fortes oreilles EE, reliées par quatre boulons en *fer* forgé de $0^m,03$ de diamètre. Le panneau du bas a un mètre de longueur à sa partie inférieure, et celui du haut, 0,65 à sa partie supérieure; ce qui donne aux arbalétriers *dd* une forme pyramidale qui, en diminuant le poids progressivement, en raison de l'éloignement du point de portée, détruit la propension que pourraient avoir ces joues *dd* de comble à fléchir vers leur milieu.

La forme élevée de ce comble ne laisse, du reste, que peu de disposition à cette flexion; mais, comme les aiguilles pendantes *bb'b'*, qui soulagent le bas entrait *f*, exercent leur action justement sur le milieu des arbalétriers, c'est plutôt une butée qu'un tirage qui s'opère sur la corde *g* ou entrait intermédiaire : aussi, cet entrait, si l'on veut le mettre en *fer*, serait-il composé de deux parties assemblées à chapeau; il aurait alors $0^m,04$ carrés, et serait placé sur l'arête; et si l'on voulait le mettre en *fonte*, il épouserait la forme d'une longue barre à quatre côtes saillantes arrondies, telle que le détail L la représente.

Le boulon intérieur de l'assemblage des panneaux du milieu (*voy.* les détails MM), qui, dans le cas de flexion, devrait se déchirer dans le sens de son tirage, ce qui paraît presque impossible, se trouve renforcé au moyen de l'oreille en *fer* E recevant l'entrait *g* et l'aiguille pendante *b'*, laquelle porte deux branches qui viennent pincer les deux oreilles en *fonte*, et reporter une partie de l'action sur les boulons d'assemblage des oreilles extérieures.

Les deux rives des panneaux en *fonte* ont chacune $0^m,14$ de large sur $0^m,03$ d'épaisseur (*voy.* la coupe sur AB), renforcée de chaque côté par une nervure de $0^m,03$ carrés; ce qui donne une force qui se trouve encore augmentée par les losanges qui ont $0^m,08$ de largeur sur $0^m,03$ d'épaisseur, et établissent tous rapports de solidarité entre elles.

Chaque ferme se termine, à sa partie inférieure, par deux forts empatements (*voy.* la fig 4e, détail sur la coupe CD, planche 26e) reliés à la maçonnerie au moyen de huit tirants taraudés; quatre patins en *fonte* NN de $0^m,50$ de long sur $0^m,18$ de largeur et $0^m,04$ d'épaisseur, en divisent le poids sur une plus grande surface de mur.

Le bas entrait *f* (*voy.* fig. 1) est en *fer* de $0^m,06$ de largeur sur $0^m,02$ d'épaisseur, placé de champ et soulagé entre les aiguilles pendantes *bb'b'* par quatre arcs *cccc* en *fer* de $0^m,04$ sur $0^m,02$, qui, en maintenant cette grande corde en état de raidissement, donnent toute latitude d'établir un léger plancher sur ces entraits.

Les aiguilles pendantes, dont nous venons de parler, sont en *fer* rond de $0^m,03$ de diamètre.

La première et la dernière ferme sont placées à $0^m,50$ de distance des mêmes pignons; et, afin que la dilatation du *fer* n'exerce pas de poussée sur ces pignons, les travées de remplissage (*voy.* fig. 5) sont ajustées à coulisses, ainsi qu'il est indiqué au détail, planche 27e. Les autres fermes en *fonte* sont placées au-dessus de chaque pile afin qu'il n'y ait pas de porte à faux; mais, comme ces murs sont distants de $6^m,30$, terme moyen, les uns des autres (ce qui donne une très-grande portée aux travées de remplissage), on a dû armer ces remplissages, et les disposer ainsi qu'il va être expliqué.

A la jonction de chaque panneau est placée, d'une ferme à l'autre, une fermette (*voy.* fig. 4) en *fer* forgé, composée d'une tangente de $0^m,06$ de large sur $0^m,018$ d'épaisseur, reliée par les boulons des oreilles extérieures EE; cette tangente, qui forme panne, est soulagée sur trois points de sa longueur par un arc en même *fer* relié aux fermes en *fonte* par les boulons d'assemblage des oreilles intérieures; ces arcs ont donc au moins $0^m,70$ de flèche, et il est, selon nous, inutile d'y ajouter des cordes, puisque chaque arc trouve une butée contre l'arc de la fermette de la travée suivante.

Ces fermettes, qui divisent une travée en quatre parties (*voy.* fig. 5), reçoivent sur leur milieu un chevron principal en *fer* de $0^m,06$ sur $0^m,015$, qui n'a plus que 4 mètres de portée entre chaque fermette, et qui reçoit, à son tour, une panne en deux parties,

n'ayant chacune que 3m,15 de portée, en *fer* de 0m,055 sur 0m,011.

Deux nouveaux cours de chevrons, qui prennent leur portée tant sur ces pannes que sur les fermettes, au point où elles sont en contact avec l'arc, divisent la travée en trente-deux panneaux; et, comme chacune des parties composant ces chevrons n'a plus que 2 mètres de portée, leurs dimensions peuvent être réduites à 0m,05 sur 0m,009.

Quatre autres cours de chevrons intermédiaires, qui ne sont plus que de remplissage, et soulagent la portée des traverses, sont en *fer* de 0m,04 sur 0m,009.

Seize traverses en *fer* de 0m,035 sur 0m,009 reposent, tant sur les chevrons principaux que sur ceux intermédiaires; elles divisent chaque travée en 192 petits panneaux (*voy.* fig. 3 et 5) qui sont remplis chacun par un croisillon en fer de 0m,027 sur 0m,009, de telle sorte que la feuille de couverture trouve partout une portée qui est plus que suffisante pour 0m,33 de côtés ou 0m,1089 carrés de vide.

Le faîtage en *fer* de 0m,055 sur 0m,027 est également soulagé au milieu par un arc en *fer* carré de 0m,027; enfin un sommier ou semelle traînante en *fer* de 0m,06 sur 0m,02, reposant sur la pierre, reçoit le point de butée de tous les chevrons.

Disons, toutefois, que ce mode d'assemblage présente à la couverture une surface plane et sans aucune aspérité.

Les dimensions de tous ces *fers*, qui pourraient paraître faibles pour un comble d'une inclinaison ordinaire, sont certainement assez fortes pour un comble aussi roide que celui projeté, et qui a, par conséquent, beaucoup moins de propension à fléchir; ensuite, la diminution progressive des forces de chaque pièce, à mesure que sa portée diminue, a cet avantage : de charger peu les parties principales de ce comble, et d'établir une harmonie complète entre toutes les forces de ce système.

Tout ce que nous venons de dire ayant trait à la construction des fermes de la nef, des bras de la croix et du chœur, il s'ensuit que les pièces, soit en *fonte*, soit en *fer*, qui composent le milieu du comble, autrement dit la croix, embrassant un vide évidemment plus grand que celui couvert par toutes les autres pièces, devaient nécessairement comporter des dimensions plus fortes que ces dernières.

Planche 26e. — La *figure première* représente une demi-ferme de noue vue en élévation, et agrafée sur le mur par des ancres et contre-forts.

La *figure deuxième* indique le patin d'un pied de ferme, vu en plan.

Dans la *figure troisième* est représentée l'élévation d'une demi-ferme du chevet, dont la construction est identique à celle des autres fermes, mais dont le bas entrait *f* est composé d'une simple corde supportée par les aiguilles pendantes *b* et *b'*, et sans arcs de roidissement *c*.

La *figure quatrième* est le détail des patins en *fonte*, et des empatements qui divisent le poids des fermes sur une plus grande surface de mur.

Les *figures cinquième* et *sixième* de cette même planche donnent en élévation et en plan le mode d'établissement des demi-fermes du chevet et du chœur, lesquelles forment ensemble un sphéroïde dont la dernière ferme du chœur est le point de butée.

Planche 27e. — La *figure première* de la planche 27e représente l'élévation du faîtage de la dernière ferme du comble, près du pignon de l'édifice; on distingue les plaques et le mode d'assemblage des supports de dilatation, figurés en plan dans la *figure quatrième*.

La *figure deuxième* indique l'élévation de la dernière ferme, prise en coupe sur EF de la *figure première*; et la *figure troisième* n'est autre que la coupe sur GH de la *figure deuxième*.

La *figure cinquième* donne le plan de l'ajustement du sommet des fermes de noue en *fonte*, séparées entre elles au point de centre qui sert de plateau au paratonnerre, par le secours de faîtages *xx* en *fer*, qui leur servent de noix et de points de butée.

La *figure sixième* représente l'élévation de ce même ajustement, ainsi que les divers emplacements des encastrures recevant les pannes, et ceux des oreilles saillantes auxquelles vient s'agrafer chaque about d'arbalétrier de noue.

La *figure septième* donne le détail en plan de l'assemblage des patins d'une ferme de noue avec les deux fermes d'angle; le patin de cette dernière ferme, plus allongé que les deux autres, est motivé par les dimensions de cette même ferme qui, en raison de sa plus grande ouverture, est composée de pièces plus fortes que celles qui constituent les fermes de la nef, des bras de la croix et du chœur.

Sous-détails de ce comble projeté.

Dans une ferme il entre 0m,535 563 cubes de *fonte* qui, à raison de 7k,207 le mètre cube, donnent.	3,860k
Les 24 autres fermes semblables pèsent.	92,640
Les 4 demi-fermes de noue pèsent.	7,720
Les 3 demi-fermes du chevet pèsent	5,790
Le poids total de la *fonte* est donc de	110,010k
Le poids total du *fer* forgé pour armatures, aiguilles, pannes, semelles, patins, contexture des combles, boulons, etc., etc., et y compris toutefois l'armature du cheneau, est de	134,644k
D'où il résulte que 110,010 kil. de *fonte*, à raison de 0 fr. 80 c. le kil. tout posé, reviennent à.	88,008 fr.
A reporter.	88,008 fr.

Report.	88,008 fr.	
134,644[k] de *fer* forgé, à raison de 1 fr. 20 c. le kil. tout posé, reviennent à	161,572	80 c.
Auxquelles sommes il faut ajouter pour les cinq paratonnerres avec conduites, à raison de 800 fr., une somme de.	4,000	
Et pour la couverture en *zinc* et en *plomb*, pour chéneau et recouvrement, celle de.	98,665	54
Ce qui fait, pour la dépense totale de ce comble, la somme de.	352,246 fr.	34 c.
D'où nous devons enfin conclure que le projet de M. *Leturc* présente, sur celui de M. *Roussel*, la notable économie de.	178,000 fr.	17 c.

En présence de résultats si différents, il reste encore une importante question à résoudre, c'est celle de savoir lequel de ces deux systèmes présente le plus de solidité, et si, dans ce genre de construction, l'emploi de l'un quelconque de ces deux métaux n'est pas préférable à l'autre. Nous avouerons ici, bien sincèrement, que nous serions très-embarrassé de nous prononcer en faveur de l'une ou de l'autre hypothèse; c'est pourquoi nous laissons à MM. les constructeurs le soin de s'en rendre compte.

Autre variante par M. Leturc.

Prenant toujours la *fonte* comme élément principal de ses combinaisons de comble, M. *Leturc* a aussi projeté une variante, mais au point de vue seulement de la décoration dont on pourrait orner les fermes, et sans rien changer, pour cela, au système de construction, qui fait la base de son premier projet.

Planche 28[e]. — La planche 28[e] traite de ce genre d'ornement qui consiste dans des nervures et dans la conformation arrondie des losanges des panneaux, dont quelques-uns sont relevés en feuilles grasses, ainsi que dans des culs-de-lampe et fleurons qui arrêtent les extrémités des aiguilles pendantes *b* et *b'b'* de l'entrait intermédiaire *g*. Dans l'espace compris entre la ligne du bas entrait *f* et celle des arcs *ccc* qui supportent ce dernier, sont placés des cercles de cohésion, dont la forme est en harmonie avec la décoration des panneaux de fermes.

Toutefois, nous nous permettrons d'avancer : qu'outre qu'un comble ainsi ouvragé reviendrait au prix de 325,942 fr. 30 c., c'est-à-dire à 72,361 fr. 50 c. plus cher que celui en *fonte* de *fer* qui fait l'objet des planches 24, 25, 26 et 27[e], un tel excédant de dépense n'augmenterait, pour ainsi dire, aucunement la solidité de cette construction métallique séparée tout à fait de l'intérieur de l'église par une voûte en maçonnerie, et cachée par conséquent à tous les yeux.

Cependant, nous avons pensé qu'il ne serait pas hors de propos de consacrer une *planche* à ces différents détails que l'on pourra utilement consulter, toutes les fois qu'il s'agira d'établir des *combles en fonte* dans de grandes localités où ce genre de construction sera susceptible de rester apparent; car, alors, il devra jouer le principal rôle dans la décoration de ces édifices.

La *figure première* représente l'élévation d'une des fermes de la nef et du chœur.

La *figure deuxième* indique le détail d'une partie d'arbalétrier, faisant voir les diverses dispositions des nervures et bourrelets qui servent d'ornements aux losanges des différents panneaux.

Dans la *figure troisième*, on voit comment s'ajustent la corde intermédiaire *g* ainsi que les aiguilles pendantes *b'* dans les culs-de-lampe et les fleurons en *fonte*.

Dans la *figure quatrième* est représenté en élévation, l'ajustement du sommet d'une des fermes, terminé à sa partie inférieure par un grand cul-de-lampe, qui sert d'étui à l'extrémité de la grande aiguille pendante *b*.

Par les motifs que nous avons déjà développés, les arbalétriers ont à leur sommet une largeur moindre qu'à leur portée sur les murs, ce qui fait que les panneaux supérieurs sont plus allongés que ceux auxquels ils sont superposés, et que leur ensemble constitue une figure pyramidale qui, suivant nous, n'est pas le moindre mérite du système de construction de ces deux projets.

COMBLE EN FONTE DE LA CATHÉDRALE DE CHARTRES.

Système de M. Émile Martin, exécuté par M. Mignon.

Les éléments qui constituent les deux derniers systèmes de combles que nous venons d'analyser, se reproduisent selon des données à peu près analogues dans le mode de construction proposé par M. *Emile Martin*, et exécuté par l'entrepreneur *Mignon*, sous la direction de cet habile ingénieur civil.

Projeté en ogive dont la forme est en parfaite harmonie avec l'*architecture moyen âge* de la cathédrale elle-même, ce comble présente à la fois un aspect élégant et un caractère de solidité qu'on ne peut apercevoir tout d'abord dans les combles *Roussel* et *Leturc*, auxquels il a cependant emprunté les unes et les autres combinaisons; et, si ce système se trouve ici dégagé des aiguilles pendantes *b* et *bb'*, et de l'entrait intermédiaire *g*, c'est à la forme ogivique, aux panneaux de portée des arbalétriers et à l'encastrement de patins de fermes dans le plein de la maçonnerie, qu'il doit sa force d'inertie qu'augmente encore le bas entrait *f* par son effet de tension.

Ce comble se compose de deux parties distinctes : l'une comprend la charpente proprement dite, laquelle est toute en *fonte*; l'autre, le chevronnage de toiture, lequel est exclusivement en *fer*.

Comme le nombre des *fermes* de ce comble, leurs différentes proportions, ainsi que leurs envergures correspondent aux détails que nous avons donnés à ce sujet dans les descriptions précédentes, nous ne traiterons ici que d'une ferme de la nef, dont l'ensemble et les divers ajustements font l'objet de la planche 29e.

Planche 29e. — Pour ce qui est de la charpente en *fonte*, chaque arbalétrier *d* de fermes, se compose de six doubles panneaux à jour, à nervures et bourrelets (*voy.* fig. 1 et 2), assemblés les uns aux autres par des prisonniers (*voy.* fig. 3), noyés dans des encastrures ménagées dans l'épaisseur du métal, à chacune de leurs extrémités. Ceux-ci sont agrafés, haut et bas, à l'un et à l'autre panneaux par des goujons *a* en *fonte*, rivés sur les oreillons B (*voy.* fig. 4).

Dans chaque section des jonctions de ces divers panneaux, ont été conservées deux embrasures *c* (*voy.* fig. 1) qui servent de logement à la portée d'un double rang de pannes *e* (*voy.* fig. 4), lesquelles ne sont autres que deux barres de *fer* méplat, posées de champ suivant les divers degrés de la courbe ogivique *d*, et exclusivement destinées à paralyser le roulement des fermes, en les reliant immédiatement entre elles.

Ces arbalétriers n'ayant entre eux aucun autre point de contact que celui formant le sommet de la ferme, il a fallu douer chacune de ces courbes d'une résistance qui correspondît à celle engendrée par les sous-arbalétriers, l'entrait intermédiaire, et les aiguilles pendantes qui font partie des projets ci-avant décrits. C'est par cette raison que le premier panneau *d'*, faisant office de sommier, s'avance en éperon sur la crête du mur et vient s'asseoir sur un patin *f'* (*voy.* fig. 1) à console saillante et d'un seul morceau, encastrée dans le plein de la construction.

Toutefois, le bas entrait *f* rend les deux arbalétriers solidaires l'un de l'autre et diminue ainsi, par sa tension, le trop grand effet de pression des culées de ces mêmes arbalétriers sur le plateau en maçonnerie qui sert de point d'appui à tout ce système.

La jonction des arbalétriers formant le sommet de la ferme, n'a rien qui diffère de celles des autres panneaux, quant au mode d'assemblage que nous avons décrit plus haut (*voy.* fig. 3); mais, cependant, cette aiguïté est coiffée d'un chapeau en *fonte h* (*voy.* fig. 1 et 6), qui, en même temps qu'elle empêche, par les deux becs *h'*, tout effet d'écartement, sert de portée à trois pannes *eee* formant sous-faîtage, comme aussi, de point d'appui à trois des supports du chevronnage de toiture.

Au droit des sections de l'arête supérieure de chaque double panneau, et aux points intermédiaires de ceux-ci, sont figurées de petites enclaves *e* garnies de becs *l'* légèrement saillants, lesquelles reçoivent le pied d'autant de supports en *fer mm* (*voy.* fig. 1, 4 et 5) à fourchette, remplissant l'office de jambes de force quant aux barres ou chevrons *nn* qui, avec les petits *fers oo* (*voy.* fig. 4), servent d'horizon de pose à la couverture également en métal.

Le sommet de cette partie supérieure et tout accessoire du comble proprement dit, se compose d'une boîte en *fonte p* (*voy.* fig. 7), recevant, d'une part, les abouts de chevrons *nn*, et, de l'autre, le bas faîtage; cette espèce d'étui est supportée par un poinçon *q*, dont le pied s'emboîte dans le chapeau *h* du bas faîtage dont il vient d'être parlé. Ce poinçon est roidi lui-même, dans le milieu de sa hauteur, par un double lien *r* (*voy.* fig. 1), qui augmente d'autant les points de supports du chevronnage *n*, à sa partie la plus élevée, et, par conséquent, la moins susceptible de résister aux efforts multipliés des vents et à la pesanteur des neiges.

La quantité de fonte employée dans la construction de ce comble est de. . . .	340,462k,20	
qui, à 0fr,916 le kilog., font.		311,863fr,37
Celle du fer est de. . . .	251,872k,15	
qui, à 1fr,15 le kilog., font.		289,652 ,97
Total.		601,516fr,34

Sans doute, on a fait pour cette construction des dépenses beaucoup plus fortes que celles auxquelles aurait donné lieu l'adoption de l'un quelconque des trois projets détaillés dans les planches 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 et 28e, mais elles se trouvent, selon nous, pleinement justifiées, en ce sens que ce comble, tout en possédant les avantages d'une solidité mieux sentie et un caractère de durée qui n'admet aucun doute, a aussi cette forme élégante et monumentale que réclamait, à juste titre, la belle cathédrale dont il fait aujourd'hui le couronnement.

CHAPITRE II.

DES COMBLES DE HANGARS, D'ENTREPOTS, DE DOUANES ET DE ROULAGES;

DES COMBLES DE HALLES, DE MARCHÉS COUVERTS ET DE GARES DE CHEMINS DE FER.

Les hangars de roulages, d'entrepôts et de douanes, les halles et marchés, ainsi que les gares de chemins de fer, sont en général des établissements dans lesquels les combles en charpente de *bois*, de *fer*, ou de *fonte*, jouent ordinairement le principal rôle.

Personne n'ignore que ces diverses localités continuellement sous le coup des fluctuations et de l'intempérie des saisons, ont cela de particulier et de peu durable, que : presque toujours, au bout d'un certain laps de temps, elles éprouvent dans les principales parties de leur ensemble, des symptômes nombreux de désorganisation, qui tiennent par-dessus tout, à la nature relativement peu consistante des matériaux dont on fait très-souvent emploi pour la confection de ces vastes toitures.

Aussi, bien qu'il existe une infinité d'exemples de ces sortes de combles exclusivement établis en charpente souvent de *sapin*, mais plus particulièrement de *chêne* (car ceux métalliques sont encore aujourd'hui extrêmement rares), on se convaincra facilement que ces éléments de construction, à propriétés essentiellement hygrométriques, sont autant de substances poreuses qui, sans cesse soumises à l'influence immédiate de l'air atmosphérique, tendent, en raison du plus ou moins d'adhérence mutuelle des fibres qui les composent, à se vicier et à être enfin corrompues par un degré plus ou moins prononcé de dégénération hâtive.

Que, si l'on consulte les ressources sans nombre que nous offre, dans cette spécialité de l'art de bâtir, l'emploi bien compris de la *fonte* combiné avec celui du *fer*, on reconnaîtra sans peine que ces sortes de combles établis en métal, doivent infailliblement présenter sur ceux en bois deux avantages inappréciables et réels : l'un résultant de l'économie de dépenses déjà justifiée, d'ailleurs, par l'expérience des faits ; l'autre, de cette solidité indéterminément durable que les combles en charpente ne sauraient avoir dans aucune acception possible.

Nous avons donc lieu de croire que les constructeurs se pénétreront des avantages incontestables et de toute nature qui doivent nécessairement découler de la mise en pratique de cette nouvelle méthode ; et, en même temps, nous ne saurions trop engager certains architectes, hommes de talent sans doute, à ne pas considérer de prime abord (et c'est ce qui est arrivé déjà bien souvent), comme une simple idée jetée à la hâte sur le papier, tel ou tel système de construction dû, la plupart du temps, à des veilles laborieuses et assidues, mais à en mieux apprécier le mérite et tous les détails, dans l'intérêt même des travaux qu'ils sont appelés à diriger ; car, en cela comme en fait de stéréotomie et de construction en général, ils doivent se donner la peine d'étudier avec soin et scrupule les projets que sont souvent tenus de soumettre à leur approbation les hommes du métier qui, pour être placés dans une sphère moins en évidence que la leur, sont cependant beaucoup plus versés qu'eux dans cette intéressante matière, sans laquelle la science de l'architecte rentrerait exclusivement dans le domaine de l'art du peintre et du dessinateur.

Partagés sur la question de savoir si les combles des deux grands hangars de la douane qui se construit en ce moment en contiguïté de l'entrepôt des Marais, sur les bords du canal Saint-Martin, seraient établis en *bois* ou en *fer*, les constructeurs chargés de

présider à l'érection de ce vaste établissement, ont cru devoir donner la préférence à la combinaison d'un système de charpente en *bois*. Sans entrer ici dans les motifs qui ont pu diriger l'opinion de ces hommes d'expérience et les décider à ce qu'il en fût ainsi, nous avons pensé que le projet qui nous a été demandé à cette époque (1) par un entrepreneur dont nous ne citerons pas le nom, peut justifier tout ce que nous venons de dire sur ces sortes de combles et servir, sous plus d'un rapport, de terme de comparaison à la construction actuelle. Telle est donc l'idée-mère que nous avons adoptée comme programme, quant aux combinaisons et aux divers ajustements de ce projet de comble à immense envergure.

COMBLE EN FER ET FONTE D'UNE GRANDE COUR COUVERTE POUR DOUANE, ENTREPÔTS, ROULAGES, ET GARES DE CHEMINS DE FER.

PLANCHE 30e. — Le principe sur lequel repose le système que nous allons décrire ressortit des emplois combinés des deux métaux dont nous venons de parler; aussi, dans cette construction, toutes les grandes lignes sont en *fer* et tous les assemblages sont autant de sabots en *fonte* qui les relient toutes en sens divers.

La *figure* 1re indique l'ensemble, composé d'un grand arc A en *fer* plat de $0^m,080$ sur $0^m,020$, dont les deux extrémités viennent s'encastrer dans des boîtes en *fonte* FF (*voy.* fig. 2), lesquelles reposent chacune, sur un socle en pierre.

Les motifs d'après lesquels nous avons substitué ici l'application du *fer* plat à celui de champ, résultent de ce qu'ainsi ce grand arc doit présenter une résistance plus grande aux mouvements de déviation, seuls à craindre, mais indubitablement paralysés par les sous-pannes en *fer* dont les butées s'opèrent sur les sabots D en *fonte* (*voy.* fig. 1re, 3e, 4e et 5e) qui servent de portées à ces longues barres placées chacune dans un sens horizontal correspondant aux divers degrés de la génératrice du grand arc.

Trois courbes A'BB (*voy.* fig. 1re), placées, l'une au centre, les deux autres aux extrémités du comble, ont pour office de soulager le grand arc d'une certaine quantité du poids de la partie supérieure recevant le chevronnage et la couverture.

Les arbalétriers GG de chaque ferme, seront en *fer de champ* de $0^m,10$ sur $0^m,02$, et encastrés, de distance en distance, dans des sabots en *fonte* CC (*voy.* fig. 1re, 6e, 7e et 8e), recouverts par un des contre-arbalétriers en bois de sapin destinés à recevoir le chevronnage, qui doit être en bois de même nature. Les pannes également en sapin, viendront s'emboîter dans les oreillons de ces mêmes sabots CC, et de telle sorte que, vue d'en haut, cette partie supérieure du comble ressemblera tout à fait à un grand châssis en charpente, divisé en autant de compartiments qu'il y aura d'arbalétriers et de pannes.

Dans le dessous de ces sabots CC, sera ménagé un œil destiné à recevoir la tête d'un boulon ou poinçon intervallaire K (*voy.* fig. 9), dont l'autre l'extrémité inférieure sera taraudée, et à écrou. Ce boulon pénétrera de part en part le sabot D, et s'y fixera à l'aide de l'écrou dont il vient d'être fait mention.

La *figure* 10 indique le mode de jonction des diverses parties de courbes formant le grand arc, et comment elles sont pénétrées par les poinçons K, sur chacun desquels viennent buter les empatements des liens E (*voy.* fig. 1), dont le but est de rejeter sur les points D' tout le poids de la zône supérieure du comble, en divisant cette puissance en autant de sections qu'il y a de sabots D'.

Afin de renforcer la partie du grand arc qui se rapproche le plus de son axe, et qui, bien que la moins résistante, reçoit le plus immédiatement la plus grande charge du comble, il sera établi aux points JJ (*voy.* fig. 1) une corde de tirage (*voy.* fig. 11 et 12) qui, par son effet de tension, empêchera cette grande portion d'arc de fléchir. Ce chaînage sera roidi lui-même par l'aiguille pendante H qui le soulagera dans le milieu de sa longueur (*voy.* fig. 12).

La *figure* 13 indique le mode d'ajustement de l'aiguille pendante H sur le sabot D'; ce n'est autre qu'une noix L, remplissant, quant au poinçon K, le même office que celui des écrous de serrage des autres sabots en *fonte*. Personne n'ignore que ce qui entraîne ordinairement à de grandes dépenses dans les combles en *fer*, ce sont toujours les ajustements exécutés par coups de forge, et non les parties qui en composent les grands compartiments; aussi, devons-nous dire que ce système mixte comporte, dans tous ses détails, une raison d'économie dont il sera facile de se rendre compte, sans que pour cela nous ayons éliminé aucune des conditions de cette solidité si désirable dans ce genre de construction tout exceptionnel et, pour ainsi dire, encore inconnu.

Les gares de chemins de fer n'étant autres que des hangars qui ne diffèrent en rien de ceux ci-dessus décrits, à l'exception près de leur longueur plus ou moins déterminée, il serait superflu de nous livrer à une plus longue analyse touchant cette nouvelle catégorie de combles.

Il est aussi un moyen de se servir du *fer* dans les circonstances de sa plus parfaite rigidité : il consiste, en tant que ce métal est de forme carrée, à l'employer, non dans le sens de l'une ou de l'autre quelconque de ses faces, mais bien dans celui de la perpendiculaire à deux de ses angles, c'est-à-dire suivant une ligne traversant un carré formé de deux cônes à bases opposées (*voy.* fig. 14); en effet, dans cette acception, il est évident que le *fer* peut opposer, à tout effort de choc accidentel ou de pression continue, une plus grande somme de résistance produite par sa

(1) Année 1840.

plus grande épaisseur, et que si, dans un prisme triangulaire, l'angle *a* détermine un point peu fort par lui-même, la résistance doit augmenter indéfiniment, et dans des rapports analogues aux carrés des surfaces, jusqu'au *maximum* ou base *b c* de ce solide (*voy.* fig. 14).

Nous sommes, du reste, porté à croire que c'est par cette raison que les barreaux des croisées de prisons sont placés dans ces baies selon les angles et non selon les faces de leurs carrés : de là résultent des motifs de sûreté qu'on ne saurait obtenir en disposant les barreaux d'une autre manière.

Un entrepreneur (1) plein d'idées et d'intelligence a fait, le premier, application du *fer* d'après la méthode que nous venons de décrire, dans la construction des combles; mais l'exemple que nous aurions à citer touchant ce sujet n'existe plus, et il ne nous appartient pas de dire ici les causes qui l'ont fait disparaître, sinon que ce comble, d'ailleurs fort bien entendu et d'un aspect tout pittoresque, mais exposé dans une vaste plaine à toutes les influences des ouragans, a été victime d'une de ces tourmentes de la nature qui surpassent toutes les prévisions humaines; c'est pourquoi il nous paraît convenable de nous borner à cette simple citation.

COMBLE EN FER ET FONTE DU MARCHÉ DES BLANCS-MANTEAUX.

Projet par M. Roussel.

Si nous nous astreignons ici à ne traiter que d'un projet, et à passer sous silence le nouveau comble qui couronne aujourd'hui la halle ou marché couvert dit des Blancs-Manteaux, on comprendra toute notre réserve, car nous avons voulu laisser à l'honorable architecte (2), auteur du système exécuté, tout le mérite d'une œuvre que cet artiste destine d'ailleurs à une publicité prochaine, et qui, sans doute, devancera la publication de cet ouvrage.

Cependant, comme d'un côté, une variante aide beaucoup à apprécier le mérite d'une chose faite, et que, de l'autre, le projet de M. *Roussel* se rapproche beaucoup du système de comble combiné par M. *Peyre*, nous n'avons pas balancé à mettre cette étude sous les yeux de nos lecteurs, persuadé que nous sommes, qu'elle servira à établir des comparaisons qui, sans contredit, ne peuvent tourner qu'au profit de l'art.

Planche 31e. — Les principaux éléments de ce comble, qui reposent immédiatement sur la crête des murs formant éperons à l'intérieur du marché (*voyez* la coupe et le plan *fig.* 1re et 2e) consistent en de grandes fermes diagonales AB, assemblées entre elles par un trompillon ou poinçon en *fonte* I, qui sert d'axe commun à ces arcs se croisant les uns sur les autres.

Les pieds de ces grandes fermes, ceux des petites fermes horizontales C D et transversales EF, reposent sur des patins en *fonte* G, lesquels épousent sur tous les sens, la forme des assises des murs en maçonnerie.

Chacune des grandes fermes AB (*voyez* fig. 3e) se compose d'un arc et d'un sous-arc formant ensemble double épaisseur de *fer* au point où ils viennent s'encastrer dans le trompillon, mais dans la moyenne de son parcours, depuis son talon H jusqu'au point I; l'arc supérieur se trouve roidi par des cercles de résistance OO, qui prennent eux-mêmes leurs points d'appui sur le sous-arc; le tout est maintenu de distance en distance, par des embrassures également en *fer*.

Disons aussi, que le pied du sous-arc ainsi chargé, et venant buter sur le talon K de la corde L, tend à maintenir ainsi cette dernière dans un état de tension absolue.

Les petites fermes horizontales CD et transversales EF (*voyez* fig. 4e) sont établies dans les mêmes rapports que celles diagonales AB ci-dessus décrites; Mais, à leur axe est une boîte en *fonte* J à quatre oreillons destinés, les uns, à recevoir les arbalétriers du comble, et les autres, à supporter les lignes de faîtage, lesquelles sont aussi en *fer*.

Ce poinçon sert aussi d'agrafe à un petit poinçon M qui vient reposer sur un sabot en *fonte* N, lequel, en même temps qu'il sert de portée aux lignes de sous-faîtage, emboîte la ferme au point où l'arc et le sous-arc forment ensemble double épaisseur de *fer*, et retient par son anneau P, l'aiguille pendante R qui soulage la corde ou entrait L (*voyez* fig. 4e).

Diverses lanternes disposées dans les axes de ces différentes travées de combles formant à l'extérieur aretiers et noues, déversent le jour dans l'intérieur de ce marché.

Détails.

Planche 32e. — La *figure* 1re donne en plan, un des patins en *fonte* de 0m,50 de hauteur (celle d'une assise de maçonnerie) servant d'assiette générale aux pieds des fermes diagonales AB, de celles horizontales CD, et transversales EF.

Sur la face supérieure de chacun de ces patins, sont ménagés des encastrures de mêmes formes que celles des pieds de ces différentes fermes. Les *figures* 2e et 3e représentent : l'une, un talon de ferme diagonale, l'autre, celui d'une ferme horizontale ou transversale.

La *figure* 4e indique l'assemblage de la corde L avec le sous-arc d'une ferme, ainsi que le talon qui sert de butée à celui-ci.

Dans les *figures* 5e, 6e et 7e est représenté en plan, en élévation et en perspective, le poinçon M des fermes

(1) M. Fauconnier.

(2) M. Peyre, architecte du gouvernement.

transversales et horizontales qui reçoivent deux jambes de force destinées à consolider l'établissement des lanternes, et qui servent d'agrafe à l'aiguille pendante R reposant sur le sabot N.

Les *figures* 8e, 9e, 10e et 11e donnent en élévation et en plan les divers détails de la boîte en *fonte* J à quatre oreillons servant de loges aux arbalétriers des fermes transversales et horizontales, ainsi qu'aux faîtages, et d'agrafe au poinçon M.

Dans la *figure* 12e est indiqué par développement le sabot N formant l'axe des fermes horizontales et transversales, et servant d'agrafe à l'aiguille pendante R, qui roidit la corde ou entrait L.

Le détail, objet de la *figure* 13e, est un des nombreux manchons S en *fonte*, emboîtant, d'une part, le faîtage, et qui reçoit, de l'autre, dans ses oreillons SS', les chevrons décrivant le degré d'inclinaison du comble.

Les *figures* 14e et 15e représentent, l'une en élévation, et l'autre en plan, le trompillon I en *fonte* ou poinçon des fermes diagonales, terminé en pomme de pin avec anneau pour recevoir une aiguille pendante dans le cas où la corde-entrait L demanderait à être soulagée dans le milieu de sa longueur. Outre les quatre encastrures qui supportent les abouts de ces grands arcs, il s'en trouve quatre autres TTTT, servant de supports à autant de tringles en *fer* ou faisceau destiné à former le poinçon de la lanterne.

Dans la construction de ce comble, il entre
57,900k,95 de *fer* à 1fr.,10 le kil., faisant. 63,691fr,04
Plus 25,200 kil. de *fonte* à 0fr.,65, ci. . 16,380

Total. 80,071, 04

Quant aux différentes forces que M. *Roussel* a données au *fer* composant ce projet de comble, nous n'en parlerons pas ici; nous dirons seulement qu'elles sont en analogie avec celles dont nous avons donné les détails dans le chapitre 1er de ce *titre* IIe (article : *Comble en fer de la cathédrale de Chartres*).

COMBLE EN FONTE DE L'USINE A GAZ DE PERRACHE, A LYON (RHÔNE).

Ce comble, dont chaque ferme est entièrement en *fonte*, couvre une halle de 30 mètres de longueur sur une largeur dans œuvre de 12 mètres, et a été construit en 1833 pour l'usine à gaz de *Perrache*, à *Lyon* (Rhône), par M. *J. Renaux*, ingénieur civil. Sa toiture est formée de demi-cylindres de tôle, alternativement convexes et concaves, et dont le diamètre est de 0m,33; cette tôle a 0m,0015 d'épaisseur, et est roulée en cylindres, mécaniquement, sur une paire de rouleaux en bois.

PLANCHE 33e. — La *figure* 1re comprend l'élévation d'une des fermes formant le comble de l'usine. Cette charpente, toute en *fonte*, se compose de six pièces à nervures, boulonnées solidement ensemble et maintenues par deux tirants en *fer* rondin laminé, qui se boulonnent sur chaque côté du patin, et sont réunis dans le milieu par un *trait de Jupiter* à deux anneaux.

a est le faîtage.

b b sont les entailles qui reçoivent les pannes en *fer*.

La *figure* 2e est un profil qui fait voir comment se pratique le mode d'assemblage des *tôles f* de toiture, à rivets.

Les *figures* 3e et 4e indiquent, l'une la bride *c* d'assemblage du milieu des pannes en *fonte*, l'autre, la petite bride *d* d'assemblage du deuxième et du troisième châssis de fonte.

Dans la *figure* 5e est représenté en plan, le patin en *fonte e*, sur lequel repose chaque ferme, et qui est arrêté par un double scellement *o*, sur le couronnement du mur.

La *figure* 6e indique ce même patin *e* vu en élévation avec ses tirants en *fer* rond.

La *figure* 7e attenant à la *figure* 3e, est le poinçon *g* ou porte-tirants en *fer* rondin laminé de 0m,029 de diamètre.

Enfin, dans la *figure* 8e se trouve le détail de l'assemblage *h* de deux parties de tirant, par un *trait de Jupiter*.

Cette construction, quoique fort simple, ne laisse pas que de présenter une solidité en rapport avec les grandes envergures des fermes (12 mètres), car on doit remarquer que les compartiments formant culées sur les murs sont en *fonte* pleine et sans évidements, et que ceux intermédiaires étant, quoique découpés, comparativement bien moins longs que les premiers, et en forme de claveaux de grande hauteur, se trouvent doués d'une résistance analogue à celle des deux points d'appuis qui leur sont correspondants.

COMBLE EN FER ET FONTE DE L'ABATTOIR DU MARCHÉ A LA VOLAILLE, A PARIS.

En *construction*, comme en fait des autres art industriels ou libéraux, ce ne sont pas les sujets o les systèmes exposés au grand jour, qui doivent seul avoir le privilége de captiver l'attention du public e de consacrer, par cela même, le talent et la répu tation des artistes qui en sont auteurs; parfois il s'e rencontre aussi qui, pour être inaccessibles à tous le regards, n'en méritent pas moins que les premiers, le honneurs d'une publicité justement acquise; ainsi en fait de *ferronnerie*, nous rencontrons, dans le hôtels particuliers, une infinité de descentes à cou vert appelées *marquises* (1), dont l'ingénieuseté de ajustements et les formes toutes gracieuses, sont u ornement de plus pour les façades auxquelles elle sont adossées, et font regretter souvent de n'avoir p

(1) MM. Leturc, Roussel, Travers, Mignon, Chavier et Fauconnier sont entrepreneurs de serrurerie les plus versés dans ces sortes de constructio

être exécutées selon des proportions plus vastes et plus grandioses.

Confiné derrière le *marché à la volaille*, et à peine aperçu d'une rue très-peu passagère, l'*abattoir* de cet établissement public, construit en 1835, d'après les dessins et sous la direction de l'architecte *Lahure* (1), peut être classé dans cette dernière catégorie; il est de forme circulaire et couronné d'un comble en *fer* et *fonte* dont la combinaison et les détails font l'objet de la description suivante :

PLANCHE 34e. — La perspective intérieure de cet *abattoir* miniature, représentée dans la *planche* 34, indique l'ensemble de la construction et sert d'introduction aux divers détails exposés dans les *planches* 35 et 36, lesquelles vont traiter de toutes les particularités de ce système.

Détails.

PLANCHES 35e et 36e. — Les lettres alphabétiques et les numéros qui les accompagnent correspondent aux dessins figurés dans ces deux planches :

A (1) est une chaîne en *fer*, encastrée dans l'assise de couronnement en maçonnerie; elle est composée de huit morceaux formant ensemble un cercle de 33m,20 de circonférence et pèse.	200k545
B (2) sont les huit supports des angles, avec embases et patins; ils pèsent ensemble.	93,928
C (3) les seize supports intermédiaires et les anneaux D (4), pesant ensemble. .	167,344
E (5) les vingt-quatre colonnes en *fonte de fer*, lesquelles pèsent ensemble.	288
F (6) les vingt-quatre boules, chacune avec leurs deux congés G (7), également en *fonte de fer*, pesant ensemble. . . .	171,238
H (8) les huit aretiers et I (9) les seize arbalétriers en *fer* plat de 0m,061 sur 0m,020, pesant ensemble.	878,471
J (10) les tasseaux en *fer* plat, adossés aux aretiers et arbalétriers, fixés avec goupilles, pesant ensemble.	726,362
K (11) la ceinture en 8 morceaux de *fer* plat, développant 36m,32, pesant. . . .	242,727
L (12) huit pannes ou entretoises de premier rang en *fer* carré, pesant.	327,140
M (13) celles du second rang, également en *fer* carré, pesant.	225,376
N (14) celles du troisième rang, également en *fer* carré, pesant.	148,786
O (15) celles du quatrième rang, également en *fer* carré, pesant.	61,598
A reporter.	3,531k,515

(1) M. Lahure, architecte très-accrédité auprès de l'administration municipale, est un des commissaires-voyers divisionnaires de la grande voirie de la ville de *Paris*.

Report.	3,531k,515
P (16) celles du cinquième rang, également en *fer* carré, pesant.	97,022
Q (17) la ceinture du haut, en *fer* plat et en 8 morceaux, pesant.	81,410
R (18) les vingt-quatre supports de la lanterne avec leurs ajustements, pesant.	91,224
S (19) la ceinture en *fer*, moisée, composée de deux barres en *fer* plat, pesant	67,568
Total.	3,868k739

Partie du comble formant lanterne, et couverte en verre.

a (20) les huit aretiers et *b* (21), pesant ensemble.	236k971
c (22) la couronne octogone recevant l'extrémité supérieure des aretiers et arbalétriers, pesant ensemble.	9,016
d (23) les deux croisillons et le châssis en *fer* plat, pesant ensemble.	5,008
e (24) la flèche traversant la boule, avec embase et vis, pesant le tout	1,536
f (25) le piton avec vis en *fer* rond, pesant le tout.	0,418
g (26) la base de la boule en *fonte*, pesant	3,604
h (27) les 24 brides des aretiers et arbalétriers *a* et *b*, pesant ensemble.	4,052
i (28) les 24 clavettes en *fer* plat, pesant ensemble.	1,579
(29) les 24 supports de la tringle, recevant le poids des échelles des vitriers, pesant ensemble.	14,086
k (30) la tringle en *fer* rond, faisant le tour de la lanterne à plomb des supports, pesant	27,105
l (31) les feuillures portant les verres, lesdites en forte *tôle*, pesant ensemble. . .	31,193
Total.	334,568

D'où il résulte qu'il est entré dans ce comble :

1° Comme *fers* et *fonte* de construction, la quantité de 3,868k,739, qui, à 1fr.,50c. le kilogramme, font la somme de.	5,805fr.,10c.
2° Comme *fers* de petites dimensions, la quantité de 334k,568, qui, à 2fr.,25c. le kilog., font la somme de.	752 78
A quoi il faut ajouter, pour une boule *m* (32) en cuivre de 0m,16 de diamètre, et un cul-de-lampe *n* (33) de même métal, la somme de.	25 00
Dépense totale de ce comble. . . .	6,582fr.,88c.

Cette construction eût nécessairement coûté trois

et quatre fois plus cher, si tout ce qui est en *fonte* eût été en *fer* forgé, témoin les sabots à 4 ou 5 coups de forge, qui reçoivent le pied de chacune des 24 fermes du comble de la salle des séances de la Chambre des députés.

Toutefois, nous ferons observer qu'en décrivant ainsi les détails de cette jolie construction, nous avons voulu indiquer comment on peut dresser très-clairement le devis complet d'un système, quel qu'il soit, de *ferronnerie* en se renfermant dans un petit cadre.

CHAPITRE III.

DES COMBLES ET DES PLANCHERS DE PALAIS ET DE GRANDS ÉDIFICES PUBLICS.

Avant qu'on eût eu l'heureuse idée d'employer le *fer* pour l'établissement des combles (1), les constructeurs toujours limités dans les combinaisons de leurs différents systèmes par la nature et la propriété des matériaux dans lesquels ils puisaient exclusivement toutes les ressources réclamées par cette partie de l'art de bâtir, se trouvaient souvent pris à l'improviste lorsqu'il leur fallait obéir aux exigences des proportions monumentales commandées par l'exécution des vastes localités qui sont le type des grands édifices publics et des palais; en effet, combien d'hommes de talent, célèbres maîtres en fait de charpenterie, ont consacré de veilles et d'études aussi ardues qu'approfondies à résoudre ce grand problème : la *décomposition des forces* (2), dont la solution se résume par ce mot : *équilibre* (3), afin de reculer les limites comparativement très-restreintes de *force vive* que la nature a assignées au *bois*, dans les conditions inverses de la plus grande propriété de ses fibres.

Si *Lecamus de Mézières*, *Matthias Mesange*, *Bélidor*, *Hassenfratz*, *Rondelet*, *Kraff*, et, de nos jours, le colonel du génie, *Emy*, ont enrichi l'*art* du *charpentier*, d'une infinité de découvertes et de traditions qui nous mettent à même de faire actuellement beaucoup de bonnes choses sans beaucoup d'efforts, et émancipent notre peu d'expérience, pour ainsi dire, à son insu, empressons-nous de porter nos regards en arrière et de nous incliner devant la mémoire de ce vaste génie, de ce grand maître de la science, de PHILIBERT DELORME, qui, entre autres belles créations, nous a légué un de ces systèmes dont la hardiesse, l'économie et la légèreté surpassent encore aujourd'hui les exécutions les plus remarquables en fait de grands *combles* érigés en *bois*.

Voici ce qui donna lieu à cette belle invention de

(1) Nous n'entrerons pas ici dans les diverses étymologies du mot *comble*, nous en avons déjà donné toutes les dénominations dans notre Traité de construction en fer et poteries, qui fait aujourd'hui le premier volume de cet ouvrage.

(2) Le mot *décomposition* des *forces* se traduit par l'action de transformer une puissance qui agit sur un corps, en deux autres puissances. Quand une puissance ne peut exercer toute sa force à cause d'un obstacle qui l'arrête en partie, il faut la décomposer en deux autres, dont l'une soit entièrement anéantie par l'obstacle, et dont l'autre ne soit nullement arrêtée par l'obstacle; ainsi, quand un corps pesant est posé sur un plan incliné, on décompose la pesanteur en deux forces : l'une, perpendiculaire au plan, que le plan détruit entièrement; l'autre, parallèle au plan, que le plan n'empêche nullement d'agir. — Quand plusieurs puissances agissent de quelque manière que ce puisse être et se nuisent en partie, il faut les décomposer en deux, ou plusieurs autres, dont les unes se détruisent tout à fait, et les autres ne se nuisent nullement. C'est là le grand principe de la *dynamique*.

(3) Le mot *équilibre* se traduit par l'action d'égaliser la force entre deux corps qui agissent l'un contre l'autre : en *mécanique* une balance est en *équilibre* quand les deux parties se soutiennent si exactement, que ni l'une ni l'autre ne monte ni ne descend, mais qu'elles conservent, toutes deux, une position *parallèle* à l'horizon. C'est de là que le mot *équilibre* tire son origine; c'est par cette raison aussi, qu'en termes de *construction*, on se sert des mots *balancer*, *contre-balancer*, pour désigner l'*équilibre*.

L'*équilibre* est le principe dominant de la STATIQUE, dérivé du latin *stare*, *sto*, s'arrêter, être en repos, et du grec στατος (*statos*), repos, station.

La STATIQUE est une partie de la mécanique qui a pour objet les lois de l'*équilibre* des corps ou des puissances qui agissent les unes sur les autres.

La *mécanique*, en général, a pour objet les lois de l'*équilibre* et du mouvement des corps; mais on donne particulièrement le nom de *mécanique statique* à la partie qui traite de l'*équilibre*, et ce nom lui vient de ce que l'effet de l'*équilibre* est de produire le *repos*.

La STATIQUE se divise en deux *parties* : l'une, qui est la *statique* proprement dite, a pour objet l'*équilibre* des solides; l'autre partie, qu'on appelle *hydrostatique*, enseigne les lois de l'*équilibre* des fluides; cette dernière spécialité de la science est tout à fait étrangère au but de notre ouvrage.

cette partie de l'*art de bâtir*. C'est DELORME lui-même qui va parler :

« Comme je considérois la nécessité et peine qui » est aujourd'hui, et sera désormais pour trouver si » grands arbres qu'il faut pour faire *poutres*, *sabliers*, » *pannes*, *chevrons* et autres telles pièces requises » pour les logis des princes et seigneurs, davantage » que je prévoyois grande défaillance, non-seulement » desdits grands arbres, mais aussi des moyens tels, » qu'il faudroit pour faire les couvertures de si grands » logis : qui m'a fait penser de longue main comme » l'on y pourroit remédier, et s'il seroit possible, en » telle nécessité, trouver quelque invention de se pou- » voir aider de toutes sortes de bois et encore de tou- » tes petites pièces, et se passer de si grands arbres » que l'on a coutume de mettre en œuvre.

» Sur quoi, il m'advint un jour d'en toucher quel- » ques mots au feu roi Henri II, étant à table. Mais » quoi! les auditeurs et assistants, pour m'avoir ouï » parler de si nouvelles choses, et si grande invention, » tout à coup me reculèrent de mon dire, comme si » j'eusse voulu faire entendre à ce bon roi quelques » menteries. Voyant donc faire un jugement si sou- » dain de ce qui n'étoit encore entendu, et que le roi, » pour lors, ne disoit mot, je délibérai ne plus rien » mettre en avant de tels propos, commandant de pro- » céder aux bâtiments comme l'on avoit accoutumé.

» Quelque temps après, la reine mère délibéra faire » couvrir un jeu de paulme à son château de *Mon- » ceaux*, pour donner plaisir et contentement au feu » roi HENRI. Et voyant qu'on lui en demandoit si » grande somme d'argent, cela me fit reparler de cette » invention; et fut ladite dame seule cause que je la » voulus éprouver.

» Donc, j'en fis l'épreuve au château de la *Muette*, » ainsi que plusieurs ont vu, et en autres divers lieux, » selon la façon décrite en ce présent livre : laquelle » épreuve se trouva si belle et de si grande utilité, » que lors chacun délibéra en faire son profit et s'en » aider, voire ceux qui l'avoient contredite, moquée » et débattue. Laquelle chose étant venue jusqu'aux » oreilles du roi, qui avoit vu et grandement loué ladite » épreuve, il me commanda en faire un livre, pour être » imprimé, afin que la façon fût intelligible à tous. »

Bien que notre ouvrage ait un tout autre but que celui de traiter de la *charpente en bois*, nous pensons qu'on ne nous saura pas mauvais gré d'expliquer ici la méthode de PHILIBERT DELORME : elle sera pour tous une instruction de plus, car, pendant un long temps encore, on fera un fréquent usage du *bois* dans nos constructions.

Cette méthode de charpente consiste à substituer aux *fermes* de charpente ordinaires et aux *chevrons* qui les séparent, des *courbes* composées de deux planches de bois quelconque, longues de 1 mètre à $1^m,30$, larges d'environ $0^m,33$ et de $0^m,027$ d'épaisseur, assemblées en coupe et en liaison, suivant l'équerre de la *courbe*, soit en ogive, soit en plein cintre, soit en cintre surbaissé.

Pour que ces *courbes* aient de la force, elles doivent être placées de champ, bien d'aplomb et assemblées, par leur pied, dans une plate-forme de charpente posée de niveau sur les murs de face du bâtiment. — Pour entretenir ces planches dans leur position, on y pratique des mortaises dans lesquelles on introduit des *liernes* percées à distances convenables et remplies par des coins qui serrent les *courbes* et les empêchent de s'incliner, car toute leur force dépend de leur position perpendiculaire. — Le premier avantage de cette méthode est donc de substituer à des bois d'une grande force et d'une grande longueur, suivant les diamètres des espaces à couvrir, des bois minces et courts, et de peu de valeur en comparaison des *poutres*, *pannes*, *poinçons*, *arbalétriers*, etc., etc., employés suivant la méthode ordinaire.

Le second avantage est de pouvoir former, par ce procédé, une voûte de telle forme qu'on le désire, dont l'intérieur soit absolument libre et propre à toute espèce d'usage d'habitation, de décoration ou d'utilité, comme logements, galeries, granges, magasins immenses, etc., etc., au lieu de greniers ordinaires que les pièces de bois multipliées de la charpente des combles remplissent et rendent inhabitables.

Le mérite de cette invention consiste encore à disposer ces planches courtes en coupe et en liaison, comme les claveaux d'une voûte, de manière à leur en donner la solidité avec une légèreté bien supérieure, en sorte que les murs, étant peu chargés, n'ont pas besoin d'une grande épaisseur. — Cette charpente à nu, présente l'aspect d'une voûte de treillage, dont les *courbes* espacées de $0^m,33$ à $0^m,65$ entre elles, suivant le poids de la couverture qu'elles ont à supporter, forment les parties verticales, et dont les *liernes* composent les parties horizontales qui lient les *courbes* et les maintiennent de champ et bien d'aplomb dans toute leur étendue.

L'intérieur de cette charpente peut recevoir un plafond de plâtre ou autre, suivant que l'extérieur peut être couvert en tuiles, en ardoises, etc., etc.

Pour augmenter la solidité de cette charpente, on doit assurer son pied par des coyaux ou petites contre-fiches qui forment l'égout du toit, en prenant chaque *courbe* à une certaine hauteur et en les contre-butant de manière à ce que leur pied ne puisse point s'écarter. Ces coyaux vont s'appuyer sur une autre plate-forme placée sur la saillie de la corniche, et sont liés aux *courbes* par de petits liens afin de former corps avec elles, et d'offrir une résistance contre la tendance qu'elles auraient à s'écarter.

Au sommet des courbes qui composent la charpente, on place des prolongements qui lui donnent la forme pyramidale des toits ordinaires. Ces prolongements sont fixés par une légère entaille sur la *courbe*, et entretenus par quelques cours de liernes.

Le taillis de la couverture achève de donner à cet ensemble une solidité égale à celle des charpentes que cette méthode remplace. Elle les surpasse encore par la facilité d'y faire des réparations. En effet on peut substituer une pièce à une autre avec une extrême facilité et décomposer ou recomposer, pièce à pièce, tout l'assemblage, sans que la désunion des parties opère la ruine du tout.

Tous les bois sont également propres à cette construction; cependant ceux qu'on nomme *bois blancs* sont préférables à cause de leur grande légèreté. Parmi ceux-là, sont le *pin*, le *sapin*, le *tilleul*, le *hêtre*, le *peuplier* même, etc., etc.

La largeur des planches peut être depuis 0m,16 et 0m,21 jusqu'à 0m,40 et même au-dessus : 0m,16 ou 0m,21 suffisent pour les toits dont le diamètre ne passerait pas 5 ou 6 mètres; 0m,24 à 0m,27 s'emploient dans les diamètres de 6 à 10 mètres; les planches de 0m,33 à 0m,44 sont réservées pour les plus grands diamètres (1).

L'exemple de comble que nous allons décrire appartient à une nation étrangère; il consiste dans le système de charpente en *fer* et *fonte* adopté pour la toiture et les plafonds de la salle du trône du palais impérial d'hiver, reconstruit en 1838, à Saint-Pétersbourg (2).

Planche 37e — Ce système, dont les éléments ont beaucoup d'analogie avec ceux du comble de la *Bourse* à Paris, se compose d'un certain nombre de fermes A, dont les arbalétriers A' A' en *fer*, recevant immédiatement le chevronnage, sont encastrés du pied, dans des enclaves B' ménagées dans l'épaisseur des sabots en *fonte* B, et fixées à ceux-ci par des embrassures B' (*voy.* fig. 1 et 2). La tête de chacun de ces sabots BB est à double collet en T, dont la partie inférieure, noyée dans le mur, a pour office d'opposer la résistance de celui-ci à toute tendance, de la part des arbalétriers A', à fléchir ou à s'écarter, et celle supérieure sert de point d'agrafe au double entrait CC, lequel offre à son tour un point d'assiette commune aux butées des jambes de force DD, des liens E et des aiguilles pendantes F, qui renforcent, en différents sens et à distances égales, la zone du comble supportant la toiture.

Des entretoises G, disposées transversalement, relient ainsi toutes les fermes les unes aux autres, et sont autant d'éperons qui empêchent tout mouvement de déviation dans ce grand ensemble.

La toiture qui repose sur le chevronnage, lequel est aussi en *fer*, est formée de feuilles de *tôle* à grandes surfaces, reliées entre elles par des crampons à dilatation libre.

Souvent, les planchers, quand ils doivent former des surfaces dont les limites de largeur sont démesurément plus grandes que celles auxquelles on s'arrête ordinairement lorsqu'il s'agit des plus vastes distributions, présentent des difficultés d'exécution bien autres que les combles, destinés qu'ils sont à opposer sans cesse à la pression de corps étrangers plus ou moins pesants, et en état continuel de mobilité, une force d'inertie qui tend d'autant plus à diminuer, que leurs éléments constitutifs tendent eux-mêmes à perdre de leur force et de leur rigidité en raison directe de leur plus grande longueur; ce n'est donc que par un principe raisonné de combinaisons qu'on peut franchir ces obstacles, et qu'on finit, enfin, par obtenir par la *décomposition des forces*, des résultats qu'on ne saurait trouver d'abord dans les propriétés spéciales à chacun de ces mêmes éléments de construction.

Le système de plancher en *fer* qui forme le plafond de la grande salle dont le comble est ci-dessus décrit, vient textuellement à l'appui de ce que nous venons d'avancer.

Il est composé d'un certain nombre de fermes ou maîtresses-poutres en *fer*, dont l'une va faire l'objet de l'exposé suivant :

Soient deux cordes HI, parallèles (*voy.* fig. 1), la première formant entrait, la deuxième formant tangente très-peu sensiblement cintrée, et portées l'une et l'autre par des niches d'appui en *fonte* JJ posées sur des empatements ménagés dans la maçonnerie.

L'entrait H est en outre supporté par deux consoles ou arcs-boutants en *fonte* K, lesquels, en même temps qu'ils donnent au plafond une forme à l'*impériale* ou en *voussoir*, diminuent par leurs grandes saillies la longueur de cet entrait embrassant le vide.

Le grand arc concave L, encastré à ses deux extrémités dans des sabots qui font partie de l'entrait H, tend à faire bander ce dernier, et soulage à son point d'axe la tangente I, dont la grande portée est, toutefois, diminuée par deux étançons MM, logés du pied, dans des contre-sabots attenant aux sabots du grand arc.

Des embrassures perpendiculaires NN relient toute la partie supérieure de ce plancher à celle formant plafond proprement dit.

Un grand arc convexe O, a une courbe analogue à celui L, et prend ses deux points de suspension aux extrémités de la tangente I qui a le même parcours que celui L, mais en sens diamétralement opposé, et sert de support commun aux petits poinçons P qui, à leur tour, soulagent la grande tangente I.

De petites entretoises R, disposées en sens transversal à celui de ces fermes, relient ces dernières mutuellement entre elles, et sont le complément obligé du système général de construction. La partie supérieure, celle formant plancher, est composée d'un plateau en forts madriers de sapin, reposant immédiatement sur la tangente I, et recouvert d'un

(1) Extrait du Dictionnaire historique d'architecture, par *Quatremère de Quincy*, tome 1er, initiales DEL.

(2) Tout le monde sait qu'une grande partie de ce palais a été incendiée dans l'année 1837, et que l'empereur Nicolas 1er l'a fait réédifier dans l'espace de *quinze mois!*

épais lit de chaux *b* qui occupe toute la surface.

La partie inférieure, celle formant plafond, est une contexture en poteries *a* (1), assemblées d'après la méthode usitée en France, et recouverte aussi, d'un épais lit de chaux.

Ces deux lits de chaux, en quelque sorte superposés, sont destinés à empêcher toute introduction d'air froid dans l'intérieur des pièces. En Russie on a généralement recours à cette méthode pour se garantir des rigueurs du climat, qui, en hiver, est toujours extrêmement vif.

En résumé, on concevra aisément que de l'examen de ce dernier système doit découler le raisonnement suivant :

1° Que la charge imposée à la tangente I vient se rejeter principalement sur les poinçons P qui la déversent à leur tour, sur le grand axe convexe O; qu'ainsi, se trouve soulagé le grand arc concave L, à son point d'axe renforcé, d'ailleurs, par un de ces mêmes poinçons P.

2° Qu'aussi, l'entrait H suffisamment roidi par le poids du plateau en bois et du lit de chaux, dont la pression agit immédiatement sur la tangente I et se répand proportionnellement sur le grand arc L, n'a réellement à supporter que le poids isolé de la contexture en poteries formant plafond, et qui est tout à fait indépendant de celui imposé à la tangente I.

3° Enfin, que les neuf brides ou embrassures N qui unissent les parties hautes et basses de ces grandes fermes, forment, chacune, autant de sections, lesquelles en *décomposent toutes les forces*, et admettent dans la combinaison de ces dernières une multiplicité d'efforts et de cohésions qui, nécessairement, doivent tourner au plus grand effet de résistance à obtenir pour l'établissement de planchers d'aussi vastes dimensions.

(1) Du reste, ce n'est que depuis que l'emploi des poteries a été parfaitement connu et apprécié par suite du premier ouvrage que nous avons publié sur cette matière, que cette méthode a été adoptée par la Russie et par d'autres nations étrangères.

TITRE IV.

DE L'APPLICATION DE LA TÔLE

COMME ÉLÉMENT PRINCIPAL DANS LA CONSTRUCTION DES PLANCHERS ET DES COMBLES.

CHAPITRE PREMIER.

Tout ce que nous avons dit, touchant les diverses catégories de construction des bâtiments civils, industriels et militaires, sur le *fer* et la *fonte*, prouve suffisamment, selon nous, tout le degré d'importance qu'on a attaché à la plus grande extension de leurs différents emplois, du moment où, par des expériences nombreuses et des essais réitérés, on a pu enfin se convaincre de l'extrême utilité de ces deux métaux dans une infinité de phases de nos constructions en général. Cependant, à l'aide de la réflexion et du temps, plusieurs constructeurs éclairés sans doute par des études et des notions plus approfondies sur les propriétés infiniment résistantes du *fer* en particulier, et par l'économie notable dans l'emploi de ce métal, résultant d'une pratique studieuse et longtemps élaborée, ont découvert dans l'application de la *tôle*, comme *élément principal* de l'établissement des *planchers* et des *combles*, une de ces ressources qui simplifient extraordinairement le *système* de *construction incombustible*, tout en obtenant des résultats et des effets de résistance qui ne laissent rien à désirer de la substitution de la *tôle* au *fer plein*, car sous bien des acceptions, la force et la rigidité de celui-ci surpassent presque toujours, comme résistance à l'effort, les prévisions données par les calculs et purement basées sur la théorie.

Mais, avouons-le, l'industrie française n'a encore pris aucune initiative dans ce genre de construction, qui cependant est tout rationnel, car il comporte à la fois solidité et économie; et, citer ici nombre d'exemples où ce système se reproduit selon des formes aussi hardies que variées, c'est payer un juste tribut d'hommages à une science toute nouvelle qui, pour s'être révélée à nous par un peuple étranger, n'en mérite pas moins notre reconnaissance bien fondée, parce qu'en fait d'arts, quels qu'ils soient, tous les peuples sont frères; le génie, en effet, occupe une sphère aussi grande que le monde, et l'Univers est sa seule patrie.

Nous ne balancerons donc pas à consacrer plusieurs chapitres de ce titre IV à divers exemples de constructions exclusivement en *tôle*, et en *fer*, *fonte* et *tôle*, exécutées dans plusieurs gouvernements de la Russie.

Ces différents systèmes se rattachent, soit à la restauration du palais impérial d'hiver en partie réédifié en 1838, soit à la construction d'une grande salle de spectacle à Saint-Pétersbourg, soit enfin aux dispositions de certaines localités ou à des usines appartenant à des particuliers.

Dans les CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES de ce livre, nous avons déjà cité un ingénieur, M. *Schwikardi*, comme étant celui qui, le premier, s'est occupé en

France de planchers en *tôle*, et nous avons déduit les divers motifs pour lesquels la découverte de ce constructeur ne peut être que d'une application très-restreinte.

Nous avons parlé aussi des louables efforts tentés par M. *Leturc*, pour parvenir à la réussite de ce genre de construction; en effet, cet entrepreneur vient de combiner, pour l'abattoir d'un chef-lieu (1) de département, un projet de comble tout en *tôle* extrêmement ingénieux, dont nous aurons soin de donner plus loin la description, ainsi que les détails figurés à l'appui de ce nouveau système.

DES POUTRELLES CREUSES EN TÔLE, EMPLOYÉES POUR DES PLANCHERS DE 12 A 16 MÈTRES DE LARGEUR.

PLANCHE 38e. — Ce système de poutrelles en *tôle* a été employé pour les planchers des salles de 12 à 16 mètres de largeur (*voy. d*, fig. 1), lors de la restauration du palais impérial d'hiver, à Saint-Pétersbourg.

Chaque poutrelle *d* est composée de feuilles de *tôle* en forme de segments de cercle très-allongés (*voy.* fig. 2) qui se contre-butent mutuellement, et sont séparés l'un de l'autre par une croix en *fer e*, dont la verticale leur sert de corde, et l'horizontale, de point d'appui à leurs axes.

Dans le sens de longueur, chaque paroi est formée de douze compartiments en *tôle* assemblés les uns aux autres par des rivets, et ajustés par le même moyen sur la croix en *fer* dont nous venons de parle

Chacune des portées de ces poutrelles est enca trée dans une niche d'appui en *fonte* (*voy.* fig. 1 et 3 noyée dans le plein du mur en maçonnerie.

Sur l'arête supérieure de chaque poutrelle, et da toute sa longueur, est fixé un taquet à double orei lon, destiné à recevoir les entretoises en *fer* suppo tant un tablier en forts madriers de sapin *f* (*voy.* fig. 2

L'arête inférieure est également garnie de de petits taquets, mais de forme différente, receva également des entretoises en *fer* qui tiennent en é de suspension le plafond qui, ici, est en boiserie (*voy.* fig. 2).

Immédiatement au-dessus de ce plafond *g* en *bo* est une contexture générale en poteries *a*, qui con lide tout ce système en maintenant dans leurs po tions respectives tous ces éléments métalliques de férentes natures (*voy.* fig. 2 et 3).

bb sont deux lits de chaux séparés l'un de l'au par le vide *b'*, et destinés à remplir l'office dont il a déjà fait mention dans le dernier chapitre du titre

La fig. 3 indique une travée de plancher, laqu est composée de deux poutrelles distantes l'une l'autre de 2 mètres.

Telles sont à la fois le peu de pesanteur et la ré tance extrême de ce genre tout nouveau de const tion, qu'une semblable poutrelle de 12 mètres longueur pèse 400 *kilogrammes*, et supporte, sar moindre tendance à fléchir, un poids plus que *cuple*, c'est-à-dire 4,000 kilogrammes, si ce n'est vantage.

(1) La ville de Bourges (Cher).

CHAPITRE II.

DES COMBLES ET DES PLANCHERS PERDUS EN TÔLE, FER ET FONTE.

Le poids des toitures en *tôle* ou en *zinc* qu'ont en général à supporter les combles métalliques, étant toujours fort léger comparativement à l'extrême densité des éléments qui composent ces dernières constructions, c'est avec raison qu'on a dû chercher tous les moyens de ménager la matière là où elle pouvait être réellement économisée, sans préjudicier cependant à la *solidité*, principe éminemment inhérent à cet autre principe non moins concluant, la *durée*, mot dont la définition est un axiome pour tous les constructeurs.

On est donc parvenu à substituer à ces longs arbalétriers en *fer plein* des arbalétriers en *tôle* ou *fer battu*, qui, toutefois, roidis et renforcés par des jambes de force, des liens et entraits en *fer forgé* venant très-opportunément s'opposer à toute tendance à fouettement, propriété naturelle de la *tôle* lorsque celle-ci se trouve abandonnée à elle-même, présentent autant de garanties que tout autre système infiniment plus matériel, et par conséquent plus dispendieux, donc beaucoup moins raisonné et plus coûteux.

En cela, comme dans plusieurs autres exemples qui suivront celui qui fait l'objet de ce chapitre, nous allons emprunter encore à l'étranger le résultat de son initiative, de son intelligence et de ses épreuves, tant pour justifier ce que nous venons de dire, que pour apporter, par des faits, la conviction dans tous les esprits sur une nouvelle marche à suivre pour la construction de combles et de certains planchers qui sont à la fois *économiques et incombustibles*.

DE L'APPLICATION D'UN SYSTÈME DE CHARPENTE, EN TÔLE, FER ET FONTE, DANS LES COMBLES ET LES PLANCHERS PERDUS FORMANT PLAFONDS.

PLANCHE 39. — La description qui va suivre a pour objet le système de charpente en *tôle* avec *fer* et *fonte*, formant le comble et les plafonds de la salle blanche et de la galerie militaire du palais impérial d'hiver à Saint-Pétersbourg, qui, comme nous l'avons déjà dit, a été en partie réédifié en 1838.

Sont : deux arbalétriers AA (*voy.* fig. 1) en *tôle* de roche de champ, renflés à leur partie inférieure par des coussinets B ménagés dans la hauteur, lesquels servent d'empatements aux liens et jambes de force CD en *fer forgé*, qui contre-butent ces deux parties de ferme en différents sens. Disons aussi qu'une plaque d'arrêt en *fonte* E, noyée dans l'épaisseur du mur de refend, est le point d'appui central d'une certaine partie de ces sortes d'éperons CD, et que, d'un autre côté, la corde ou entrait F, formée de deux brins distincts rassemblés en X, sert également de base de résistance à d'autres liens, ainsi qu'aux grands étançons G, et à l'aiguille pendante ou long poinçon H.

Une infinité de cours de chevrons I en *fer* carillon, disposés transversalement à la ligne des arbalétriers des fermes, reçoivent la couverture métallique qui est en *tôle*, et de très-minime épaisseur.

La galerie militaire est éclairée par une grande lanterne J, avec châssis vitré placé au-dessus de l'horizon

du comble ; son plafond est supporté de distance en distance par de grands arcs-boutants K ou consoles apparentes en *fonte* découpée, reposant dans des niches d'appui de même métal, et noyées dans les murs (*voy.* fig. 1).

On se persuadera facilement qu'à l'aide du jour venant d'en haut, ce genre de plafond doit présenter un caractère sévère et imposant qui répond à la destination toute militaire de cette localité du palais.

Le plancher perdu, ou grand plafond de la salle blanche, est formé (quant à ce qui est de ses grands arcs concave et convexe, de ses embrassures, poinçons et jambes de force), d'éléments en tout semblables à ceux du plancher haut de la sallè du trône ; mais, comme ce plancher n'a à supporter que son propre poids, à l'exception, toutefois, du tablier en sapin et du lit de chaux dont nous avons déjà précisé l'emploi, les tangentes et les cordes ou entraits de fermes sont en *tôle de roche*, contre-butées sur leurs deux sens par de petites entretoises en *fer*. On a employé, pour la construction du plafond proprement dit, le même procédé que pour celui de la salle du trône, c'est-à-dire une contexture en poterie *a*, recouverte d'un lit de chaux.

La *figure deuxième* indique la projection en plan de deux des travées du comble, reliées haut et bas entre elles par des entretoises en *fer*.

DES FERMES DE PLANCHERS EN TÔLE, AVEC LIENS ET EMBRASSURES EN FER.

Nous trouvons dans la *planche* dont la description va suivre, une forme de plancher perdu, ou grand plafond, dont le système embrasse l'emploi de la *tôle* sous une acception beaucoup plus générale que tous ceux que nous avons précédemment décrits.

Nous ne parlerons, toutefois, du comble en *fer plein* figuré au-dessus de ce détail de ferronnerie toute nouvelle, qu'au sujet de certaines particularités qui se rattachent aux combinaisons de ce même plancher, et admettent, entre les diverses parties constitutives de ces deux genres différents de construction, une solidarité qui est notre œuvre, car elle n'est là qu'en projet seulement.

Le système de plancher perdu dont il s'agit n'est autre que le plafond de la grande chapelle du palais impérial d'hiver à Saint-Pétersbourg, et se compose d'un certain nombre de fermes en *tôle* dont la *fig.* 2 indique les distances respectives, existant entre elles.

Voici les détails d'une de ces fermes de grand plafond.

PLANCHE 40e. — Comme on le voit, les combinaisons qui ont présidé à l'établissement de ce genre de *ferme* en *tôle*, se trouvent réduites à la méthode la plus simple, dans ce sens : que ce système de construction se résume en un grand arc lié à sa corde ou entrait par des embrassures, et contre-buté aux divers points de section des lignes brisées qui le forment, par des jambes de force en *fer plein*, et disposées en *zigzags*, lesquelles prennent chacune leur point d'appui sur la corde ou entrait en *tôle*.

A est donc cette même ferme (*voy.* fig. 1) dont l'arc B en forme de ligne brisée, et la corde C légèrement cintrée, se composent chacun de deux feuilles de *tôle* de roche superposées l'une à l'autre, et maintenues dans cette position par des frettes D également en *tôle*, distantes les unes des autres de 1 mètre environ.

Quatre embrassures verticales E aussi en *tôle*, et deux contre-liens F de même métal, arrêtés sur le champ du grand arc par des coins de serrage G, maintiennent la rigidité de la corde C, et servent en même temps de centre de butées aux dix jambes de force ou liens en *fer plein* H, qui se composent d'autant de sections de *décomposition* de *forces* (1) qu'il se trouve de points de rencontre entre toutes les extrémités de ces sortes d'éperons fonctionnant entre l'arc et sa corde.

Cependant, comme la flexibilité de ces divers assemblages en *tôle* s'oppose à ce que ceux-ci soient abandonnés à eux-mêmes aux points où ils constituent les portées de cette ferme, on a eu soin de les emboîter dans des niches ou sabots en *fonte* I qui reposent elles-mêmes sur des coussinets J faisant partie de l'épaisseur des murs.

Toutefois, les brides KK rendent solidaires l'un de l'autre l'arc et la corde, à leurs extrêmes points de jonction I. Nous avons déjà dit que le comble qui surmonte cette espèce de plancher est exclusivement composé d'éléments en *fer* ; c'est pourquoi, comme nous nous sommes déjà beaucoup étendu sur cette spécialité de la construction, nous n'en ferons mention que sous le rapport du projet annexé à ces détails, projet que nous considérons comme partie essentiellement intégrante des meilleures conditions de stabilité de cet immense faux-plancher.

En effet, lorsque l'on compare la grande volée de ces *fermes* à leur très-minime épaisseur, on ne peut se dissuader qu'un pareil système qui ne se rattache, d'ailleurs, aux autres parties de construction que par ses seules portées, est susceptible d'obéir à certains effets de fouettement, et même de fléchissement, résultant, les uns ou les autres, de la propriété du métal employé dans ce genre d'ouvrage, et que dès lors, malgré l'office des entretoises transversales en *fer*, il pourrait bien, selon des circonstances qu'on ne saurait prévoir, se manifester dans cet ensemble de ferronnerie tout économique un effet de désunion quelconque. Notre opinion est donc, qu'en reliant chaque ferme A par les trois aiguilles pendantes LLL à celles

(1) Voir les notes sur la signification de ce mot dans le troisième et dernier chapitre du titre III.

du comble en *fer plein*, qui lui est pour ainsi dire superposée, et en consolidant cette dernière à l'aide des deux contre-fiches MM, on aurait obtenu, par ce système de fusion, une solidarité de forces que n'admet certainement pas l'isolement observé entre ce comble et ce grand faux plancher.

Du reste, ce raisonnement ne doit être considéré que comme hypothétique, du moment où l'exécution a prouvé qu'il n'y avait pas lieu, quant à présent, de recourir à ces modifications projetées.

CHAPITRE III.

DES GRANDS COMBLES CINTRÉS ET A PANS DROITS EN TÔLE.

Construits en plein cintre, ou selon des courbes qui s'en rapprochent le plus, les *combles* en *tôle* présentent évidemment une solidité mieux sentie que tous ceux de même métal, à inclinaisons plus ou moins prononcées, qui ont fait les sujets des chapitres précédents.

Certes, si la méthode toute de pratique, enseignée par PHILIBERT DELORME, peut trouver son application de nos jours, c'est bien dans l'hypothèse des combles cintrés, car, en substituant des éléments à la fois légers et inattaquables par le feu, et sur lesquels les diverses températures ne peuvent avoir aucune influence de détérioration, aux matériaux peu durables et essentiellement combustibles (1) dont ce célèbre architecte a fait usage pour l'exécution d'un système qui n'est réellement fort que par les savantes combinaisons qu'a enfantées son génie, on obtiendrait pour l'avenir cette garantie de durée impérissable qui est encore aujourd'hui un problème dans les combles en charpente, quelles que soient d'ailleurs leur forme et la nature des bois qui les composent; et tout ceci nous amène également à conclure que, si une coupole ou voûte sphérique, de quelque diamètre qu'elle pourrait être, en tant qu'elle serait établie selon la méthode de PHILIBERT DELORME, était construite en *tôle* et non en *fer plein* ni en *bois*, elle comporterait évidemment ce type d'économie et de durée que ne sauraient admettre, d'un côté, l'emploi du *fer plein*, et de l'autre, celui de la charpente. Il ne faut pas cependant croire pour cela, que de tels combles reviendraient beaucoup plus cher en *tôle* qu'en *bois*, car cette nouvelle manière de construire pourrait être assujettie à un mode fort simple d'ajustement et de liaisons des fermes entre elles; il suffirait en effet de diviser une ou plusieurs feuilles de *tôle* de roche ou de demi-roche en un certain nombre de *cerces* qui, ajustées en double épaisseur les unes au bout des autres, à l'aide de rivets, formeraient ensemble une *ferme cintrée* selon le rayon donné; chaque partie de courbe depuis chaque pied de ferme jusqu'à l'axe de celle-ci serait alors de forme pyramidale afin de donner plus de force et de rigidité aux parties de *cerces* destinées à recevoir le poids de toutes les autres. Ces deux mêmes pieds de ferme s'emboîteraient dans des sabots en *fonte* et à jour, assez élevés et percés de quatre trous destinés à l'introduction de quatre petits prisonniers en *fer* qui lieraient ces parties de cintre à ces mêmes sabots assis à leur tour sur le plein de la maçonnerie. Les entretoises d'écartement seraient également en *tôle* à double épaisseur et à double coude; elles seraient fixées aux fermes par des rivets qui traverseraient ainsi une triple épaisseur de *tôle*.

(1) L'ancienne coupole de la Halle aux Blés, établie en charpente à la PHILIBERT DELORME, par les soins des architectes *Legrand* et *Molinos*, fut détruite par un incendie en 1802, et reconstruite en 1811, en *fer* et *fonte*, par l'architecte *Bellangé* assisté de l'ingénieur *Brunet*.

COMBLE EN TÔLE ET FER DE L'USINE DE KOLPINO (RUSSIE).

Le système que nous allons décrire se rapproche assez de ce que nous venons de dire : il consiste dans la charpente en *tôle*, *fer* et *fonte* de la toiture d'une des attenances de l'usine impériale de *Kolpino*, près Saint-Pétersbourg, laquelle charpente forme à l'extérieur un comble à pan droit, et à l'intérieur un comble en voûte, ou circulaire.

PLANCHE 41e. — Deux feuilles de *tôle* accolées T (*voy.* fig. 1 et 2) forment ensemble le cintre de la ferme; elles sont disposées de champ et assises sur des

semelles aussi en *tôle* posées à plat, de manière que l'ensemble de toutes ces parties représente deux angles droits à bases opposées (*voy.* fig. 3).

Deux plaques d'arrêt B en *fer*, fixées aux murs d'enceinte par des boulons qui traversent ces derniers de part en part, servent de point d'appui à chaque pied de ferme, dont l'état de fixité est encore augmenté par les deux embrassures en *fer* C à double harpe, scellées dans la maçonnerie.

Chacune de ces fermes circulaires faisant sous-comble est reliée au comble supérieur, qui est composé d'un pareil nombre de fermes à pan droit, par de petits liens D et des équerres E (*voy.* fig. 4 et 5), attachés aux divers éléments en *tôle* par de petits boulons en *fer* rond.

Une certaine quantité d'entretoises d'écartement en *tôle* placées à distances égales, rendent solidaires les unes des autres ces fermes de formes différentes, et empêchent ainsi toute tendance à déviation dans toutes les parties de cette grande construction.

Telle est, disons-nous, la solidité de ce double comble, qui, cependant, offre beaucoup de légèreté, à raison du peu de poids des principaux éléments qui le composent. Quant à la toiture, qui est aussi en *tôle*, elle supporte dans toute sa longueur une grande lanterne dont les fermettes G, d'un seul morceau, sont toutes en *fonte* et ne laissent pas que d'imposer à tout ce système la charge d'un poids relativement très-considérable.

Les petites voûtes F en chaux, érigées dans la partie supérieure de l'édifice, s'opposent, comme nous l'avons déjà dit, à toute introduction d'air froid dans l'intérieur de l'usine.

COMBLE DES USINES DE GOROBLAGOTATZ ET DE NIGNO TAGUILSK (DANS L'OURAL).

De même que les combles en *fer* et *fonte*, ceux en *tôle* ont aussi leurs variantes basées parfois sur des combinaisons qui, pour être extrêmement simples, n'en font pas tourner pour cela l'œuvre pratique au détriment de ce principe rigoureux, *la solidité*, obligation première de toute construction quelconque.

Ainsi, dans la description de la *planche* 41, nous avons rendu compte de l'emploi de la *tôle* pour ce qui est du mode d'établissement des combles en pleins cintres et coupoles, emploi, disons-le, non moins avantageux sous le rapport de la minime quantité de la matière qui les forme, que sous celui de leurs divers agencements proprement dits; et nous avons succinctement démontré ce que cette méthode pouvait, dans beaucoup de circonstances, avoir de préférable à toute autre; cependant cette économie de métal peut encore parfois étendre bien plus loin ses limites, et lorsqu'il s'agit surtout de l'érection de certains édifices industriels dont la construction, destinée à être exposée au grand jour, n'a besoin d'être fardée par aucun ornement, parce qu'eux aussi, par leurs formes simples et leurs dimensions grandioses, concourent puissamment à l'expression de l'industrie exercée dans leur enceinte : c'est ce dont la *planche* 42 nous offre un frappant exemple.

Ce comble, entièrement en *tôle*, à l'exception toutefois de l'aiguille pendante, de l'entrait et de deux flèches de support, lesquels, seuls, sont en *fer*, couvre une usine dont la largeur est immense, la comparerait-on même à celles de nos fabriques qui servent aujourd'hui en France de modèles à toutes les autres.

PLANCHE 42e. — Chaque ferme de ce grand comble se compose ainsi qu'il suit.

AA (*voy.* fig. 1), les deux arbalétriers à pan droit, formés l'un et l'autre de deux bandes de *tôle* accolées à l'aide de petits rivets, sont renforcés tous les deux par un grand cintre B, aussi en *tôle*, remplissant l'office d'arcs-boutants logés dans des niches ou plaques d'appui C en *fonte*, qui se retournent à angle droit, et épousent ainsi la forme de la crête des murs GG.

Un grand entrait D en *fer plat*, posé de champ, sert de coude à ce grand arc B, et se trouve soutenu dans son milieu par l'aiguille pendante E en *fer* rond, qui, à son tour, forme le poinçon de faîtage du comble à pans droits, tout en embrassant l'axe du grand arc B.

Deux petites flèches de support F en *fer forgé*, venant s'appuyer sur les parties les plus rapprochées de ce même arc B, maintiennent l'état exact de l'inclinaison de la zone inférieure de chacun des arbalétriers du comble.

Toutefois, les bandes de *tôle* qui forment les arbalétriers AA et le grand cintre B se retournent en T à la partie supérieure pour les uns, et à celle inférieure pour les autres; combinaison qui empêche toute tendance à fouettement, et admet dans cet ensemble une puissance de rigidité aussi absolue que possible.

Mais le principe qui constitue la stabilité de ces grandes fermes, aussi légères qu'économiques, repose, selon nous, dans l'union du grand arc B avec les arbalétriers AA aux points où ceux-ci tendraient le plus à fléchir par l'effet de leur propre poids, s'ils étaient réduits à l'état complet d'isolement, tandis que, par cette méthode ingénieusement entendue, il se trouve que les deux parties relativement faibles de ce comble acquièrent les mêmes conditions de résistance que les autres par la réunion en X des arbalétriers et de l'arc, ou de quatre bandes en *tôle* accolées les unes aux autres.

La *figure deuxième* indique la jonction longitudinale des bandes de *tôle* et de leurs divers points d'attache.

La *figure troisième* représente la coupe transversale de deux bandes de *tôle* réunies et formant T.

La *figure quatrième* indique un détail perspectif d'une partie de ce comble; et la *figure cinquième*, la réunion en X des arbalétriers avec le grand cintre.

Le degré d'inclinaison de ce comble aurait pu être diminué sans inconvénient pour la solidité; mais, ici, il est nécessaire au prompt écoulement des neiges fondues à l'époque des dégels.

COMBLE EN TÔLE DE L'USINE DE VERCHNÉ-SALDINSK, (DANS L'OURAL).

Ce comble, dont l'immense envergure (34m,04) donne l'idée la plus complète des ressources inappréciables que les constructeurs pourront désormais trouver dans l'emploi de la *tôle* appliquée à l'art de bâtir, présente un aspect d'autant plus remarquable, que la simplicité de ses combinaisons extrêmement hardies sait artistement s'allier à la forme gracieuse et toute pittoresque des toitures des fabriques et villas des environs de Rome, qui nous servent très-souvent de modèles lorsque, dans nos campagnes, nous voulons donner à la construction de nos usines un caractère particulier et tout différent de celui de nos maisons d'habitation.

PLANCHE 43e. — Chaque ferme en *tôle*, composée de son grand arc A et de ses arbalétriers B B (*voy.* fig. 1), est établie, quant à la forme et au mode d'assemblage des compartiments entre eux, d'après la méthode précédemment décrite à ce sujet; il serait donc superflu d'en analyser ici tous les détails.

Cependant, cette construction a cela de particulier et de remarquable que, bien que les éléments qui la constituent soient de dimensions analogues à ceux du comble également en *tôle*, figuré dans la *planche* 42e, et que sa largeur soit à peu près du double de celle de ce dernier, il y a ici absence totale d'entrait et de poinçon ou aiguille de milieu pendante, et que les seules parties qui relient les pans droits B B de ce comble avec la grande courbe A se réduisent à sept petites flèches de support E, lesquelles, en *fer* forgé, prennent leurs points d'appui sur ce grand arc-boutant.

Toutefois, il faut dire que les murs G G sont épais et d'une solidité éprouvée, et que ce grand arc A vient décharger tout le poids de ce comble sur deux tringles en *fer* forgé D, qui, adossées au parement intérieur de la maçonnerie, ont pour office de servir de butées aux pieds de ce grand arc qu'elles relient en même temps avec les plaques ou niches de *fonte* C, dans lesquelles se trouve emboîtée chacune des extrémités des arbalétriers B B (*voy.* fig. 1 et 2).

La *figure deuxième* indique une des travées de ce comble vue en plan, et composée de deux fermes séparées l'une de l'autre par de petites tringles F en *fer*, qui servent à fixer la toiture, qui est aussi en *tôle*.

COMBLE EN TÔLE DE L'ABATTOIR DE LA VILLE DE BOURGES (CHER).

Après la longue énumération que nous venons de faire des divers emplois de la *tôle* dans la construction des planchers et des combles à l'étranger, nous ne dissimulerons pas l'empressement, selon nous, bien naturel que nous allons mettre à décrire le système tout ingénieux de charpente également en *tôle*, que M. *Leturc* a imaginé pour couvrir les divers bâtiments de l'abattoir de la ville de Bourges. Il est, en effet, nécessaire de prouver que, si une autre nation a déjà tiré un excellent parti de cette nouvelle méthode, appliquée à l'art de bâtir, nous, aussi, avons su nous pénétrer de tous les avantages qui doivent résulter de l'emploi bien raisonné de la *tôle* dans certaines parties de nos constructions.

Et ici, il est de notre devoir de déclarer que si M. *Leturc* est le premier de nos constructeurs qui ait fait usage de ce métal dans l'établissement des planchers et des combles, il revient une part égale de ce mérite à l'ingénieur *Schwickardi*, auteur de cette découverte proprement dite, bien que l'application de son système de planchers et de combles, fort économique d'ailleurs, ne puisse embrasser que des surfaces très-peu grandes.

PLANCHE 44e. — La *planche* 44e indique en plans, en élévations et en coupes, la construction détaillée des combles des échaudoirs et de la cour de *travail* de ce nouvel abattoir, dont la couverture est entièrement de *zinc*. Elle sert, en quelque sorte, d'introduction à la *planche* 45e, consacrée aux détails et aux ajustements les plus importants du grand comble de la cour de *travail* (*voy.* fig. 1, 2 et 3). Le bâtiment des échaudoirs est couvert d'une suite de petits combles en *tôle* à pans droits, et parallèles entre eux, ainsi que l'indiquent les *fig.* 4, 5, 6 et 7. Leur peu de portée et le mode extrêmement simple de leur construction nous dispenseront de décrire celle-ci plus amplement. Mais le comble de la cour de *travail* ayant une envergure beaucoup plus grande, il devient utile d'en expliquer ici les détails ainsi que les combinaisons.

PLANCHE 45e. — Sont les six fermes de ce grand comble à deux arbalétriers chacune, dont A A indiquent les divers fragments, lesquels sont composés de plusieurs feuilles en *tôle* d'un millimètre d'épaisseur sur 40 centimètres de hauteur, et reliés ensemble, à leur point de rencontre ou faîtage, par une double joue B de même métal; le tout fixé par des rivets. Sur leur arête supérieure rampante, et à chaque extrémité formant égout, est posée à plat une bande de *tôle* C, qui donne la rigidité à ces grandes lignes d'autant plus flexibles qu'elles sont très-longues, et sert en même temps de supports à la couverture D ainsi qu'à la décoration E, formant les deux limites du toit.

Des entretoises F en *tôle*, remplissant l'office de *pannes*, servent de points d'appui au chevronnage, contre-butent mutuellement toutes ces grandes parties de comble, et les empêchent ainsi de dévier en aucun sens.

Un entrait G, en *fer* carré de toute longueur, tra-

versant les deux murs H H, empêche tout effet de fléchissement ou d'écartement, agrafé qu'il est par deux boulons à chacun des arbalétriers, aux points où ceux-ci ne portent plus sur la maçonnerie.

Une ancre I en *fer* carré, longeant le parement intérieur des murs H H, sert de harpon à chacun des bouts de ce même entrait G, et aussi de tuteur à chaque arbalétrier A, qu'il engage dans son extrémité supérieure disposée en fourchette.

Deux aiguilles pendantes J, intervallaires en *fer* rond, tenant d'un bout à des moignons fixés à l'aide de boulons sur ces mêmes arbalétriers en *tôle*, passent de l'autre dans des boîtes en fonte K, à travers lesquelles passe aussi l'entrait G, comme dans un fourreau, et sont pour ce dernier, deux points de soulagement qui contribuent à son plns grand effet de roidissement.

Le poinçon L, aussi en *fer* rond, qui soutient ce faîtage, tient à la ferme de la même manière que les deux aiguilles pendantes précitées, et sa partie basse est engagée dans une boîte en *fonte* M, à double oreillon diagonal qui sert de butée à chacun des liens NN.

Du reste, pour donner au grand entrait G toute la rigidité possible, M. *Leturc* s'est aussi servi du *fer* dans le sens de sa plus grande hauteur, c'est-à-dire qu'il a adopté le moyen dont nous avons déjà parlé dans le chapitre II (planche 30) du titre III de cet ouvrage.

Le poids de la *tôle* qui entre dans une ferme construite par cette méthode est de	57k 20c
Celui du *fer* et de la *fonte*, réunis . . .	196 »
Les cinq autres fermes pèseront donc :	
1° comme *tôle*	286 »
2° comme *fer* et *fonte*.	530 »
A ces divers poids il convient d'ajouter pour les chaînes, le faîtage, les entretoises, les plates-formes, hangars, etc., etc. :	
1° comme *tôle*, en poids.	4,964 40
2° comme *fer*, en poids	93 »
Total de la charpente, du comble emmanchée et posée.	6,126k 60c
Qui à 1fr 50 le kilogramme, le tout confondu, font la somme de.	9,189fr 90c
Non compris, toutefois, la couverture en zinc, qui peut s'élever à la somme de	3,120 »
Total général de la dépense.	12,309,90

Comme les combles de la bouverie, de la fonderie et des réservoirs sont établis d'après le même système, et qu'ils sont moins importants que celui que nous venons de décrire, nous n'avons pas jugé à propos d'en mentionner ici les différents détails.

TITRE V.

DES DIVERS EMPLOIS DU FER FORGÉ ET TRÉFILÉ,

DE LA FONTE ET DE LA TÔLE

DANS LA CONSTRUCTION DES COMBLES DE THÉATRES, DES CHENAUX DE TOITURES ET DES GRANDES SERRES CHAUDES.

CHAPITRE PREMIER.

De tous les édifices publics consacrés, soit à la réunion de grandes masses d'individus, soit à renfermer, comme collections, ces tributs inappréciables des sciences, des arts et de l'industrie, tels que nos bibliothèques, nos musées, nos conservatoires des arts et métiers, nos archives (1), etc., etc., les théâtres sont ceux qui, par leur destination toute exceptionnelle, demandent à être construits selon des combinaisons particulières et à l'aide d'éléments sur lesquels, pour la plupart, les sinistres ne puissent avoir, pour ainsi dire, aucune prise.

Ces vastes localités qui, dans des moments donnés, contiennent un nombreux public, ne sont-elles pas en effet plus exposées que toute autre à être consumées, pour ainsi dire en un clin d'œil, tant par les effets multipliés de lumière accidentelle, distribués dans toutes les parties de leur enceinte, que par les incendies figurés volontaires, pour ajouter à l'illusion scénique? combien, du reste, afin de justifier ce que nous venons de dire, pourrions-nous citer d'exemples de pareils événements qui ont anéanti avec la promptitude de l'éclair la plus grande partie des anciens théâtres de la capitale.

C'est donc avec grande raison que les architectes appelés à diriger les constructions des nouveaux théâtres de Paris, ont substitué le système exclusif du *fer* et de la *fonte* à celui de la charpente en *bois* qui était autrefois la partie dominante de ces sortes d'édifices.

Secondés dans cette tâche toute méritante par l'influence et l'action puissante de l'autorité, les constructeurs sont enfin parvenus à ce beau résultat: que si le feu peut encore aujourd'hui s'emparer de certains éléments dont, par rapport aux lois de l'acoustique, on ne peut changer la nature essentiellement combustible, tels que les dispositions de la salle et de la scène, le sinistre se trouve au moins confiné dans des limites très-bornées, et son action destructive n'a plus dès lors aucune prise sur les parties qui constituent le monument proprement dit.

Qu'on nous permette cependant, à raison des recherches que nous avons faites sur les *théâtres* (1),

(1) Les nouvelles constructions du dépôt général des archives du royaume viennent d'être érigées d'après un système aussi incombustible que possible. Les façades sont en *pierre*, les planchers sont en *poteries*, et les combles en *fer*; toute éventualité d'incendie doit donc être désormais limitée à une action très-restreinte, car le feu ne pourrait jamais communiquer d'un étage à un autre.

(1) Du grec θεατρον (théatron), dérivé de θεαομαι (theaomai), regarder : lieu d'où l'on regarde.

une courte digression qui, à notre avis, ne peut tourner qu'au profit de l'art, car elle est l'historique exact de la construction de ces sortes d'édifices publics, à partir des temps les plus reculés jusqu'à nos jours.

« Le *théâtre* des anciens, c'est-à-dire tout le corps » de l'édifice où l'on s'assemblait pour voir les repré- » sentations tragiques, était composé d'un amphi- » théâtre en demi-cercle, entouré de portiques, et » garni de siéges de pierre qui environnaient un » espace appelé *orchestre*.

» Au devant, était le plancher du *théâtre*, qu'on » nommait le *proscenium* ou *pulpitum*, ainsi que la » scène qui était une grande façade décorée de trois » ordres d'architecture, derrière laquelle était le » lieu où les acteurs se préparaient. Ce théâtre avait » trois sortes de scènes mobiles de perspectives pein- » tes, savoir : la scène *tragique*, celle *comique* et la » troisième *satyrique*.

» Dans la Grèce, jusqu'à CRATERUS, les *théâtres* » ainsi que les amphithéâtres, n'étaient que de char- » pente; mais un jour que ce poëte faisait jouer une » de ses pièces, l'amphithéâtre, trop chargé, se rom- » pit et fondit tout à coup. Cet accident engagea les » Athéniens à élever des théâtres plus solides, et ils » en firent construire qui ne le cédaient en magnifi- » cence, à aucun édifice public, pas même aux tem- » ples des dieux.

» A Rome, les *théâtres* ne se bâtissaient ancien- » nement que de *bois* et ne servaient que pendant » quelques jours (1). LUCIUS MUMMIUS fut le pre- » mier qui rendit ces *théâtres* de bois plus splendides, » en enrichissant les jeux qu'on fit à son triomphe, des » débris du *théâtre* de Corinthe. Ensuite SCAURUS éleva » le sien avec une telle magnificence que la description » du *théâtre* paraît appartenir à l'histoire des fées (2). » Le *théâtre* suspendu et brisé de SCRIBONIUS CURION » fit voir une machine merveilleuse quoique d'un » autre genre. POMPÉE bâtit, le premier, un magnifi- » que *théâtre* de pierre et de marbre, à l'imitation » de celui de Mitylène, dont il rapporta le plan. MAR- » CELLUS en construisit un autre dans la neuvième » région de Rome, et ce fut AUGUSTE qui le consacra. » Les *théâtres* de pierre se multiplièrent bientôt, on » en comptait jusqu'à quatre dans le seul camp de » FLAMINIUS. TRAJAN en éleva un des plus superbes » qu'ADRIEN fit ruiner.

» CAIUS PULCHER fut un des premiers qui à la » diversité des colonnes et des statues, joignit la » peinture pour orner la scène. CATULUS la revêtit » d'ébène; ANTOINE alla plus loin, il la fit argenter, » et NÉRON, pour fêter TIRIDATE, fit dorer tout le » *théâtre*.

» Entre les rideaux, tapisseries ou voiles du » *théâtre* des Romains, les uns servaient à orner la » scène, d'autres à la spécifier, et d'autres à la com- » modité du spectateur. Ceux qui servaient d'orne- » ments étaient les plus riches, et ceux qui spéci- » fiaient la scène représentaient toujours quelque » chose de la pièce qu'on jouait. La décoration ver- » ticale était un triangle suspendu, facile à tourner, » portant des rideaux où étaient peintes différentes » choses qui se trouvaient avoir du rapport au sujet » de la fable ou du chœur ou des intermèdes.

» Les voiles tenaient lieu de couverture (1), et on s'en » servait pour la seule commodité des spectateurs. CA- » TULUS imagina le premier cette commodité, car il fit » couvrir tout l'espace du *théâtre* et de l'amphithéâtre » de voiles étendues sur des cordages qui étaient at- » tachés à des mâts de navires ou à des troncs d'ar- » bres enfoncés dans les murs. LENTULUS SPINTHER » en fit de lin d'une finesse jusqu'alors inconnue. NÉ- » RON, non-seulement les fit teindre en pourpre, mais » y ajouta encore des étoiles d'or, au milieu des- » quelles il était peint sur un char, le tout travaillé » à l'aiguille, avec tant d'adresse et d'intelligence » qu'il paraissait comme un PHOEBUS qui, modérant » ses rayons dans un jour serein, ne laissait briller » que le crépuscule agréable d'une belle nuit.

» Le plus célèbre *théâtre* qui reste de l'antiquité, » est celui de MARCELLUS, à Rome.

» Parmi les modernes, les Espagnols sont les pre- » miers qui aient composé des poëmes dramatiques » où l'on remarque quelque méthode. Leurs *théâtres* » sont presque carrés et ont trois étages, avec des » loges au premier et au second rang. On est assis » aux deux côtés du parterre, sur des gradins, comme » dans les anciens amphithéâtres, entourés d'une ba- » lustrade. Il y a encore un autre endroit du *théâtre* » appelé *pacio*, qui est de toute la largeur du *théâtre* » et où il y a des bancs. Cette forme de *théâtre*, qui » diffère tant de celle des autres *théâtres* de l'Europe, » est une preuve de l'antiquité du *théâtre* espa- » gnol.

» Chez les Anglais, tout le parterre est en amphi- » théâtre; il n'y a qu'un rang de loges; et au-dessus, » deux galeries avec des gradins, où le peuple va se » placer (2).

» En Italie, les *théâtres* ont communément quatre » rangs de loges, outre un autre rang qui fait l'en- » ceinte du parterre; il y a même à Venise, un théâtre » à sept rangs de loges. Dans toute l'Italie, on est » assis au parterre; le *théâtre* de Parme, comme » chez les anciens Romains, n'a point de loges, mais » seulement des gradins en amphithéâtre.

» En France, les *théâtres*, quoique mieux entendus » sous le rapport de leur distribution généralement » bien appropriée à l'usage des diverses classes de

(1) Il en est aujourd'hui de même des *théâtres* provisoires qu'on dresse sur nos places publiques lors de nos grandes fêtes.

(2) Voir le savant ouvrage intitulé *la Maison de Scaurus*, par l'architecte *Mazois*.

(1) Tels sont les grands plafonds de nos *théâtres* d'aujourd'hui.

(2) C'est du moins ce qui existait encore en 1806. Car aujourd'hui les théâtres anglais sont en tout semblables aux nôtres.

» spectateurs qu'elles reçoivent, sont encore presque » tous construits en matériaux très-combustibles ; » et l'Odéon même, œuvre des architectes *Peyre* l'aîné » et *de Wally*, qui servit longtemps de modèle à tous » les autres, bien qu'incendié déjà deux fois dans » l'espace de cinquante ans, ne peut encore se dire » exempt de pareils sinistres.

» Cependant, la fin du dernier siècle (année 1785) » a vu s'élever à Bordeaux, sous la direction du cé- » lèbre architecte *Louis*, un vaste *théâtre* qui, sous » le double rapport de l'architecture et de la construc- » tion, a surpassé tout ce qui avait été primitivement » exécuté en fait d'édifices de ce genre, et peut être » appelé véritablement du nom de monument public ; » c'est, du reste, le premier *théâtre* dont le comble » ait été construit suivant une méthode tout incom- » bustible, c'est-à-dire à l'aide de *fer* et de *poteries* (1), » système aussi longtemps oublié mais éprouvé, et » qui, depuis quelques années surtout, a été très-fa- » vorablement accueilli par tous les constructeurs.

» Guidé par une expérience si concluante, M. *Huvé* » a su étendre bien au delà les limites de ce nouveau » mode de construction par un système complet d'in- » combustibilité (2), car le *théâtre Ventadour* (aujour- » d'hui de la Renaissance), dû au talent de ce savant » architecte, a été érigé de manière à ne devoir jamais » être la proie de l'incendie, ce fléau parviendrait-il » même au plus haut degré d'intensité possible ; et, » citer ici le *théâtre* de la *Bourse*, construit par M. *De-* » *bret*, celui du *Palais-Royal*, par M. *de Guerchy*, celui » de l'*Ambigu-Comique*, par MM. *Hittorff* et *Lecointe*, » celui de la *Gaieté*, par M. *Bourlat*, celui de la *Porte-* » *Saint-Antoine*, par M. *Piron*, celui, enfin, de » l'*Opéra-Comique* nouvellement restauré par M. *Théo-* » *dore Charpentier*, tous édifices que l'action du feu » ne peut atteindre, c'est reconnaître que la *construc-* » *tion* a fait, de nos jours, dans l'art d'ériger les » *théâtres*, un chemin bien rapide, il est vrai, mais » dont les plus grandes difficultés ont été aplanies » par les savants artistes qui nous ont précédés. »

A l'appui de tout ce que nous venons de dire, nous mettrons sous les yeux de nos lecteurs, un grand *théâtre* que nous emprunterons, comme nous l'avons déjà fait pour d'autres systèmes de constructions métalliques, à la nation *russe*. Cet édifice, remarquable, et qui peut, à très-bon droit, passer pour un monument de premier ordre, cet édifice disons-nous, dont les proportions sont démesurément plus grandes que celles de nos plus vastes *théâtres*, à l'exception cependant de celui de Bordeaux, qui occupe un carré de 4,000 mètres à peu près de surface, est en tout digne, à notre avis, d'être connu et étudié ; c'est pourquoi nous nous sommes empressé de le faire figurer dans cet ouvrage, et, d'un autre côté, il mettra les architectes français à même de se prononcer sur le goût des artistes russes en fait d'architecture et de décoration théâtrales.

(1) Nous avons donné pour les combles des *théâtres*, la description de cet important système dans notre Traité de construction en *fer* et *poteries*.

(2) Les entrepreneurs qui ont concouru, sous les ordres de M. *Huvé*, à l'exécution de cet important travail, sont MM. *Albouy*, *Mignon* et *Travers*.

THÉATRE ALEXANDRIN A SAINT-PÉTERSBOURG.

Ce *théâtre*, dont la perspective intérieure, vue du côté de la scène, fait l'objet de la *planche* 46e, est, dans son genre, un des monuments les plus vastes et les plus complets que l'on connaisse.

Construit à une époque encore très-récente, puisqu'il ne date que de l'année 1833, les hommes de l'art qui ont présidé à son exécution, éclairés sans doute par l'expérience des faits, et justement pénétrés des inconvénients graves et sans nombre qui résultent toujours du contact immédiat de telles constructions avec d'autres édifices, et même avec les maisons particulières, ont su l'isoler de toutes parts en l'érigeant sur un vaste emplacement dont la disposition protége la facilité de ses nombreux abords, et évite ainsi toute éventualité d'encombrement.

Sa façade principale, ainsi que celles en retours, jusqu'au point démarcatif de séparation entre la salle et la scène, sont composées d'une grande colonnade d'ordre corinthien reposant, à hauteur de premier étage, sur un soubassement nu et sans saillies, mais orné de simples refends en creux, qui en isolent pour ainsi dire les assises.

Le soubassement est percé de nombreuses arcades, et forme au rez-de-chaussée trois galeries couvertes ou portiques, destinées à abriter un nombreux public à l'entrée ou à la sortie du spectacle. Le centre de son arrière-face est occupé par une grande colonnade de même architecture, qui sert également de foyer découvert aux acteurs ; les ailes, ainsi que chacune des façades en retour de cette partie spéciale de l'édifice consacrée à la scène, ont un caractère d'architecture beaucoup plus simple, percées qu'elles sont de grandes fenêtres, et sans aucune saillie ni décoration à l'exception de l'entablement d'ordre corinthien qui règne tout au pourtour. Toutefois, cette façade est couronnée par trois groupes sculptés, représentant divers emblèmes dramatiques, et dont celui principal, ou du milieu, se détache sur un bas-relief incrusté dans le fond formé par les grands murs d'enceinte de la scène, partie la plus élevée de ce monument.

Pour qu'on puisse se faire une idée aussi exacte que possible du style d'architecture du *théâtre Alexandrin*, nous dirons qu'il a beaucoup d'analogie avec celui de la double colonnade (1) de la place dite anciennement de *Louis XV*, actuellement de *la Concorde*, bâtie dans le milieu du dernier siècle par l'architecte

(1) Ce sont aujourd'hui, d'un côté, le ministère de la *marine*, et, de l'autre, les hôtels de *Crillon* et de *Rivière*.

Gabriel, auquel nous devons le troisième ordre d'architecture qui a remplacé, dans la cour du Louvre, l'attique de *Pierre Lescot* (1).

COMBLE DU THÉATRE ALEXANDRIN.

PLANCHE 46e. — Ce comble se compose de deux systèmes tout à fait distincts : le premier, ou *sous-comble*, est construit exclusivement à l'aide d'éléments en *fonte;* le second, ou *comble de toiture*, est fait en *tôle* dont l'emploi est combiné avec celui du *fer plein*.

Chaque ferme du sous-comble est établie ainsi qu'il suit :

AA sont deux chaises en *fonte*, harponnées d'un bout à la maçonnerie par deux boulons traversant ce massif dans toute son épaisseur. Elles prennent leur point d'appui sur les murs intérieurs B, et viennent s'encastrer en C sur des éperons D à fuseaux D' également en *fonte*, dont l'empatement est noyé en E dans la partie des murs F qui lui servent de culées, et dont la tête G, prolongée en forme de corbeau, sert d'assiette de pose à la partie de ferme qui se compose de l'entrait H et des deux arbalétriers II reliés ensemble par deux aiguilles pendantes, ainsi que par deux liens et un poinçon.

Le motif pour lequel ce *sous-comble* a été construit à l'aide d'une aussi grande quantité de matière, vient : de ce qu'il sert non-seulement à supporter le *comble de toiture* au point où celui-ci aurait tendance à fléchir, mais aussi à suspendre des ponts de service, et à fixer des jeux de poulies, nécessaires pour la mobilité de certains décors, tels que nuages ou ciel de premier et de second plan. Chaque ferme du *comble de toiture* est un double arc formé d'un certain nombre de compartiments en *tôle* L, de roche, reliés les uns aux autres par des brides en fer M et des croisillons N de même métal, dont les nombreuses sections de butées sont autant de *décompositions de force* entre les divers éléments de cette double courbe à rayon démesurément grand.

Des boîtes en *fonte* O reçoivent les pieds de ces fermes liées, toutefois, les unes aux autres par des entretoises transversales d'écartement.

Des petits potelets en *fer* P, armés de petites tringles R en forme de fourchettes, supportent le chevronnage qui, à son tour, reçoit la toiture en *tôle*.

L'arc doubleau S, ainsi que tout le système qui supporte le manteau d'arlequin, le rideau et le plafond de la salle, ont été établis en *fer plein*, et à peu près selon la méthode employée par M. *Huvé*, dans l'érection de la salle de l'*Opéra-Comique* aujourd'hui de la *Renaissance*.

Du reste, en examinant tous les détails de cette perspective, on jugera facilement qu'il n'y a de combustible, dans cette construction monumentale, que les éléments qui, par leur propriété toute particulière, concourent puissamment aux effets de l'acoustique, et ceux vulgairement appelés *oripeaux*, tels que les décors, les machines, ainsi que les tentures; d'où nous devons donc conclure que toutes les fois qu'un sinistre viendra à se manifester dans un *théâtre incombustible*, les pertes seront de peu de valeur, car la part du feu, connue d'avance, devra être bientôt faite, lors même que l'incendie aurait une extrême violence.

(1) Voir les initiales GA du *Dictionnaire historique* d'architecture, par *Quatremère de Quincy*.

COMBLE EN BOIS DE LA ROTONDE DU PANORAMA DE MOSKOW (1), SOUTENU PAR DES CORDES MÉTALLIQUES TRÉFILÉES, ET PAR DES POINÇONS EN FONTE.

Ce comble circulaire qui couronne un édifice de date toute récente, construit sous la direction de M. *Hittorff*, est en charpente de *sapin* consolidée par un certain nombre de cordes de tirage en *fer tréfilé* et par des aiguilles ou poinçons en *fonte*, méthode toute nouvelle dont nous nous réservons d'expliquer plus loin l'importance et l'heureuse application que vient d'en faire cet architecte dans une des principales parties de la construction de cette immense rotonde.

Bien que, jusqu'à ce moment, nous nous soyons abstenu de parler de tout système de construction étranger à ceux déjà traités dans cet ouvrage, nous espérons cependant ne pas encourir le reproche d'être rappelé à la question pour ce qui est de la courte digression que nous allons faire, touchant les particularités de ce comble en *bois*.

Dans l'hypothèse de certaines constructions, et surtout dans celle des combles, le *principe* d'un résultat quelconque peut conduire à tel ou tel autre résultat qui, pour être basé sur l'emploi d'éléments à propriétés toutes différentes, n'en reste pas moins sous les lois de ce même *principe*, en vertu même de l'analogie des combinaisons qui peuvent engendrer l'un comme l'autre de ces résultats provenant de l'emploi de matériaux de nature diamétralement opposée; c'est, du reste, ce que nous explique très-clairement le système de comble décrit ci-dessous, qui, pour être exécuté en *bois*, aurait pu, tout aussi bien, être construit en *fer* sans qu'il fût rien changé à la *décomposition des forces* qui en constituent l'équilibre et la solidité.

Nous emprunterons cette description à M. *Hittorff* lui-même, et voici comment cet architecte développe son système de comble :

« Cette rotonde a un diamètre de 40 mètres.....
» ..... La donnée de n'établir intérieurement
» aucun point d'appui montant de fond, ni aucun en-

(1) Cette rotonde, bâtie dans l'espace de cinq mois (d'octobre 1839 à mars 1840), est située dans le massif d'arbres longeant le Cours-la-Reine, aux Champs-Élysées.

» trait au sommet du mur, et au-dessous de la ceinture des châssis vitrés du comble, pour en soutenir » l'immense charpente, m'a fait résoudre ce problème » par l'idée de suspendre le comble au moyen de chaînes en *fil de fer*.

» — Le terrain disponible ayant empêché de fixer » les points d'attache au delà du périmètre du bâtiment, j'ai adopté douze contre-forts pour attacher » les câbles et résister à leur tension. Par ce système, » la subdivision en douze arcs, du mur d'enceinte, » pourrait le faire considérer, au niveau de sa corniche en pierre, comme un polygone offrant, dans » les côtés adjacents à un même contre-fort, deux » forces dont la résistance s'opposerait à la traction » des chaînes. De cette façon, et en ayant eu soin que » le périmètre du polygone circonscrit à la circonférence intérieure du mur ne se trouvât nulle part » hors de ce mur ou de ses contre-forts, la résistance » du système a été presque entièrement obtenue aux » dépens du mur et de sa corniche.

» Quant au comble qu'il était possible de suspendre » au milieu, comme je l'avais proposé pour une construction tout en *fer*, ou à quelque distance du centre, » j'ai préféré ce dernier parti, à cause de l'emploi de » bois légers pour la dimension des portées et la répartition des points d'appui.

» La charpente se compose de douze grandes demi-» fermes assemblées dans un poinçon central, et entretenues chacune par une double moise embrassant aussi un autre poinçon à 8 mètres du centre. » Ce poinçon, assemblé par le pied avec une ceinture » en charpente, est soutenu dans un *sabot* en *fonte* » par une des chaînes qui, au nombre de douze, se » réunissent au centre dans un cercle de *fer*. Chacune » des fermes appuie une de ses extrémités sur le mur » d'enceinte, et l'autre sur le poinçon intermédiaire. » Un cours de croix de *Saint-André*, placé verticalement, réunit ces demi-fermes entre elles ainsi qu'aux » fermes principales; une contre-fiche soulage l'arbalétrier de chaque ferme et demi-ferme; des entretoises » très-légères, espacées de 0^m,65 de milieu en milieu, » supportent la volige; les demi-fermes se trouvent » espacées entre elles de 3^m,30, également de milieu » en milieu.

» Le calcul ayant donné, pour les arbalétriers, les » dimensions rigoureuses de 0^m,04 à 0^m,16, qui ont été » augmentées dans l'exécution, et les dimensions des » autres pièces n'étant à déterminer que pour pouvoir » les assembler, le *comble* a donné, en y comprenant » la lanterne, les ferrures, la volige, le zinc et la » charge des neiges, un maximum de poids de » 80,000 kilogrammes.

» En répartissant ce poids sur les douze chaînes, » leur épaisseur calculée a donné un résultat de » 0^m,042 de diamètre, que j'ai porté dans l'exécution » à 0^m,05.

» Mais la tension horizontale de la chaîne et le » rapport de la hauteur de ses points d'attache à la » hauteur du dessus de la corniche ne donnant, » comme expression des efforts tendant à comprimer » la corniche, qu'un poids de 52,164 kil., elle offre » cinq fois 1/15e celle qu'elle est destinée à supporter.

» — Par cette résistance, il suffirait que chaque » arc-boutant offrît un poids égal à la tension d'une » chaîne, ou 19,500 kil., ce qui équivaut à 11 mètres » cubes de maçonnerie. Or, d'après les mesures des » contre-forts, la maçonnerie seulement, à égale distance autour de la chaîne verticale, produit près de » 23 mètres cubes, et, par conséquent, plus du double » de la stabilité nécessaire.

» A l'effet d'ajouter à tous ces résultats des calculs, » rien n'a été négligé pour que les contre-forts pussent » former une seule et même masse dans toute leur » hauteur avec les chaînes : ainsi, celles-ci ont, au » droit de chaque emmanchement, des boulons servant d'ancres, qui sont scellés avec du bitume de » manière à ne faire qu'un *tout* avec la pierre, et à » être à jamais préservés de la rouille.

» Toutes ces précautions et ces soins ont été heureusement couronnés d'un plein succès, et, malgré » la rapidité extraordinaire avec laquelle cette immense construction a été exécutée, et la mauvaise » saison pendant laquelle elle a été commencée et » achevée (du 15 octobre 1839 au 15 mars 1840, jour » de l'ouverture du Panorama), rien n'a bougé dans » ce vaste bâtiment, et ni les ouragans ni les neiges » n'y ont eu la moindre influence.

» C'est certainement le bâtiment qui offre, par rapport à son immense superficie couverte, le moins » de superficie en points d'appui.

» La dépense, en dehors de celle pour travaux » d'appropriation aux différentes habitations établies » au pourtour extérieur, s'élèvera probablement de » 230 à 240,000 francs. »

Certes, ce système de charpente, aussi ingénieux que nouveau, fait honneur au talent de M. *Hittorff*; mais, voulant rendre à chacun ce qui lui appartient, cet architecte s'empresse d'associer à la publicité de son œuvre les noms des constructeurs qui l'ont aidé de leur expérience et de leurs lumières : « C'est » M. *Duprez* (dit-il à la suite de sa description), certainement un de nos charpentiers les plus instruits » et les plus habiles, qui a exécuté la charpente de ce » vaste comble, et qui a puissamment coopéré à la » rendre aussi complète et aussi satisfaisante qu'elle » l'est. Quant aux entrepreneurs serruriers, c'est » 1° M. *Chavier*, homme très-compétent dans l'art de » construire les ponts en *fer* et tous autres systèmes » de *ferronnerie* de vastes dimensions, qui a exécuté » les chaînes-câbles en *fil de fer* et leurs accessoires, » d'après mes dessins, grandeur d'exécution.

» 2° Quant aux chaînes verticales qui présentent » aussi certaines difficultés, elles ont été exécutées par » M. *Roussel* aîné, constructeur également très-ha-

» bile. » Ces paroles, nous nous empressons de les citer textuellement, parce qu'elles sont vraies et qu'elles honorent autant l'architecte qui les a prononcées que les entrepreneurs auxquels elles sont adressées. Nous allons actuellement traiter de ce comble sous un point de vue plus élémentaire, et en décrire les principaux détails.

Planche 47e. — La *fig.* 1 de cette planche indique le comble vu en coupe.

a est le grand entrait, *b* l'entrait secondaire, *c* une jambe de force agissant dans la direction des portées de ce comble sur les murs; *c'* une autre jambe de force agissant dans un sens opposé à celle *c*; *d* les arbalétriers faisant corps avec l'entrait *a* à leur point commun de rencontre *i*; *ee* sont les deux poinçons moises qui, en même temps qu'ils relient l'entrait *a* avec les arbalétriers *d d*, servent de butée commune aux jambes de force *e* et *e'*.

Le sommet de ce comble est surmonté d'une lanterne G en charpente très-légère, et vitrée dans tout son pourtour.

On voit d'après cette description que ce système, comme charpente, n'a d'extraordinaire que son extrême simplicité, jointe à la minime grosseur des éléments qui le constituent, eu égard à l'immense surface qu'il recouvre.

Mais ce qui en établit la distinction et le rend surtout remarquable, ce sont les douze chaînes-câbles *g* en *fil de fer* qui soutiennent la plus grande partie de ce comble, que, par leur effet de tension, elles garantissent de toute tendance à affaissement, en même temps qu'elles soulagent essentiellement ses portées.

Deux fortes aiguilles *k* en *fonte*, placées à l'extérieur, et susceptibles de manœuvrer en double sens de *va* et *vient* dans deux crémaillères *l* de même métal, fixées sur deux dés en pierre ou assises, formant les butées des deux pieds de chaque ferme, servent d'axes de tirage en *m* à chacune des cordes *g* ainsi qu'à celles *g'*, dont le sommier ou coussinet *n* en *fonte* assume sur lui le plus grand effet de tension.

Ce dernier est cependant maintenu dans sa position normale, relativement à l'action de la corde *g'* participant, comme nous le verrons tout à l'heure, de celle de la corde *g* par une chaîne verticale *o*, de très-grande longueur, noyée dans l'épaisseur de la maçonnerie et mise en tutelle, tant par la double ceinture *p* qui entoure le mur circulaire de l'édifice, que par la chaîne *q* se projetant dans le sens de chaque éperon en maçonnerie, dans lequel elle se trouve enclavée et retenue à une de ses extrémités par une ancre *r*, affleurant le parement intérieur des murs de cette rotonde (1).

(1) Nous ne parlerons pas ici de la construction en pierre qui sert de point d'appui à ce système mixte; nous nous réservons d'en analyser les combinaisons dans notre *Traité pratique de l'art de la maçonnerie*.

La réunion des chaînes-câbles *g* et *g'* a lieu, sur chaque aiguille *k*, par une bride en *fer plein*, à double œil traversé par un boulon arrêtant l'une et l'autre boucle de ces chaînes et celle de la chaîne-câble *g'* avec celle verticale *o*, sur le coussinet *n*, à l'aide d'une maille également en *fer plein* traversée d'un côté par un boulon retenant la boucle de la chaîne *g'*, et arrêtée de l'autre par un boulon qui, pénétrant de part en part le coussinet *n*, sert aussi de point d'attache à la chaîne verticale *o*.

Tel est ce système, que nous appellerons de suspension, puisque le principe qui en fait toute la stabilité est susceptible d'une mobilité quelconque, assujetti qu'il se trouve, soit aux effets de contraction, soit à celui d'extension, résultant les uns et les autres des influences de la température.

Ainsi, comme chacun sait, la propriété de ces chaînes-câbles *g* et *g'* étant éminemment dilatable, il s'ensuit que celles-ci s'allongent et se resserrent dans certaines proportions, suivant les différentes phases de l'atmosphère, qui agissent sur toute la surface de ce comble.

Avant tout, admettons la position perpendiculaire des aiguilles *k*, telles qu'elles sont représentées dans cette 47e *planche*, comme appartenant à une saison mixte ou température moyenne.

Partant, dans les saisons chaudes, et par exemple en été, ce comble, composé d'ailleurs d'éléments très-hygrométriques, doit être évidemment plus léger que dans les saisons humides; mais, dans cette hypothèse, son grand entrait *a*, qui reçoit toutes les sommes de *décomposition des forces* de ce système, doit tendre à fléchir selon les divers degrés de dilatation qu'ont à subir les chaînes-câbles *g* et *g'*.

Dès lors, obéissant aux efforts d'extension de ces mêmes chaînes, l'aiguille *k* quittera sa position normale et s'inclinera vers *x* en raison des degrés plus ou moins prononcés d'abaissement de la température.

En hiver, au contraire, les chaînes-câbles *g* et *g'*, obéissant aux contre-lois de la dilatation, relèveront, en se resserrant, l'ensemble de ce comble : alors l'aiguille *k* tendra à s'incliner dans un sens opposé, c'est-à-dire en *y*, et selon le degré plus ou moins prononcé d'élévation de la température.

En résumé, ce système de comble a cela de particulier et de très-remarquable, que c'est précisément lors de la saison la plus rigoureuse de l'année, à l'époque où les neiges stationnent sur les toitures et leur imposent un poids souvent très-préjudiciable, qu'il présente le plus de stabilité et de résistance, double condition de conservation et de durée qu'il doit exclusivement aux propriétés tout opportunes de rigidité de ces cordes métalliques.

CHAPITRE II.

DE L'EMPLOI DE LA FONTE COMME CHÉNEAUX DANS LES COMBLES DE MONUMENTS ET DE MAISONS PARTICULIÈRES.

Généralement parlant, le *chéneau* est la partie du comble qui demande l'exactitude d'exécution la plus rigoureuse. Il est, en effet, le récipient immédiat des eaux pluviales qui découlent d'une toiture quelconque, quelles que soient les différentes formes de celle-ci, *pointues* ou *en pavillon*, *circulaires* ou *brisées*, *à croupes*, *à l'impériale* ou *en terrasse*.

Il est constant que la plupart des combles périssent par le pied, et que, le plus souvent, ils sont en tout encore très-sains et très-solides, lors même que leurs basses extrémités, ainsi que les *semelles* traînantes sur lesquelles celles-ci reposent, sont totalement dégénérées et vermoulues; ces très-graves inconvénients, personne n'en doute, sont les principales causes de dépérissement des combles, qui demandent cependant à être établis en analogie de durée avec les autres parties de telle ou telle construction dont ils sont le faîte, et ces inconvénients proviennent principalement des infiltrations successives des eaux pluviales qui, après avoir franchi l'extrême *pureau* du toit, rebroussent chemin, font *siphon* et tombent enfin, en vertu de leur pesanteur spécifique, sur les parties extrêmes de comble dont nous venons de parler, au lieu d'opérer de suite la dernière période de leur épanchement dans le *chéneau* destiné à transmettre immédiatement leur volume dans un ou plusieurs conduits perpendiculaires qui communiquent avec le sol.

Dans toute construction, il est donc d'absolue nécessité que le *chéneau* soit partie intégrante d'un comble dont il est d'ailleurs la véritable limite.

Le *chéneau* exige aujourd'hui deux *conditions* principales : la *première*, d'être établi de manière à ce qu'il ne laisse rien perdre de la veine liquide qu'il transmet aux conduits perpendiculaires, *condition* d'autant plus importante que, s'il en était autrement, la maçonnerie qu'il couronne serait promptement avariée par les infiltrations des eaux dont il est destiné à diriger la course; la *seconde*, de dissimuler l'utilité de son emploi, en faisant partie de l'architecture d'une façade, soit comme doucine ou couronnement d'un entablement, soit comme acrotère d'une attique.

Nos devanciers, qui faisaient plus généralement usage du système de *chéneau* que nos constructeurs d'aujourd'hui, s'embarrassaient fort peu de l'effet désagréable dont ces grands caniveaux en *plomb*, arrangés sans art comme sans méthode, et plastronnés, en partie, de larges *solins* en plâtre, stigmatisaient leurs façades élevées souvent à grands frais, et cela, au double point de vue de l'architecture et du choix des matériaux; il est encore actuellement, dans *Paris*, tel hôtel et telle maison à façades magnifiques et élégantes, datant de quatre-vingts et de cinquante ans même, qui nous offrent ces exemples que le goût ne saurait justifier, et que nous ne saurions imiter.

L'*antiquité*, cependant, devait être alors, comme elle l'est encore aujourd'hui, le meilleur guide à suivre en cette matière comme dans bien d'autres. Nous retrouvons en effet dans les monuments de Rome une variété infinie de ces sortes de *chéneaux* dont les formes évasées mais très-larges, ou étroites mais profondes, étaient appropriées aux divers systèmes de construction des combles dont les projections plus ou moins saillantes s'harmoniaient toujours avec l'ordre d'architecture qu'ils couronnaient.

La *renaissance* sut, à son tour, tirer un double parti de l'emploi du *chéneau*, en l'appropriant d'abord

au service de l'écoulement des eaux qui y abondent en raison des grands développements de ses combles, et ensuite à celui de terrasses, en couronnant la crête de ces édifices par des *campanilles* qui en ornent tout le pourtour.

Si, d'après D'AVILER (1), il faut en croire la traduction et les commentaires de *Perrault* (2) sur *l'Architecture* de VITRUVE, le mot *compluvium* doit signifier *chéneau*; mais, dans sa savante description du *Laurentin*, maison de campagne de PLINE LE JEUNE, l'architecte *Haudebourt* (3) donne au mot *compluvium* une signification beaucoup plus étendue, et que l'autorité de plusieurs auteurs anciens nous fait admettre de préférence à celle qu'en a donnée *Perrault*.

Quoi qu'il en soit, on ne saurait trop s'appesantir sur les meilleurs choix à faire parmi les éléments *métalliques* ou *calcaires* dont on fait différemment usage pour les établissements des *chéneaux*; ceux-ci sont en effet, aux combles en particulier, ce que sont les fondations à l'édifice tout entier, c'est-à-dire la base indispensable de leur conservation et de leur durée.

A Paris, nos plus anciens monuments, et ceux même qui datent de cent cinquante à deux cents ans, ont la plupart leurs *chéneaux* en *pierre*; dans quelques-uns, toutefois, ils sont en *plomb*. Les constructeurs de l'une et de l'autre époque ont donc divergé d'opinion sur la préférence qu'ils ont dû accorder cependant à l'une quelconque de ces deux méthodes qui tendent à un même but. Serait-ce à des appréciations purement hypothétiques, ou bien à des expériences que nous ne trouvons dans aucun livre, qu'ils ont dû d'adopter l'un ou l'autre de ces deux systèmes?..... C'est ce que nous ne pouvons préjuger; mais, cependant, ils étaient trop habiles pour ne rien faire qui ne fût, à l'avance, mûrement calculé et réfléchi.

Cet état de doute nous amène donc naturellement à entrer dans quelques explications motivées, du reste, par les nombreuses observations que nous avons été à même de faire sur les diverses méthodes de construction des *chéneaux*, tant anciennes que de nos jours. Nous allons les passer en revue les unes après les autres.

DES CHÉNEAUX EN PIERRE.

Pour quiconque est familiarisé avec les connaissances géologiques de l'histoire des *pierres*, avec l'analyse de leur substance ou de leur formation, et, par conséquent, avec l'étude des produits également calcaires de diverses natures que les carrières renferment, il est de toute évidence que les *bancs* dont celles-ci sont formées diffèrent essentiellement entre eux de qualités, de dimensions et de densité.

Ainsi, dans les révolutions souterraines, au-dessous de deux couches calcaires friables à différents degrés, se rencontre souvent une troisième couche dont les molécules, extrêmement denses et agglomérées par myriades, forment un tissu imperméable et d'une certaine épaisseur que les eaux ne peuvent pénétrer, lors même qu'elles ont à y séjourner pendant un laps de temps illimité; témoin les auges en *pierre dure* qui servent d'abreuvoirs dans presque toutes nos casernes de cavalerie, dans les dépendances de nos palais et de nos hôtels, ainsi que dans les établissements industriels qui reçoivent un grand nombre de chevaux. La *pierre dure* comporte donc en elle toutes les qualités requises pour une des meilleures méthodes de construction de *chéneaux*; et qu'il nous soit permis de citer un fait à l'appui de ce que nous venons d'avancer. Lors des grands travaux de restauration du *Palais* de la *Chambre des Députés* (1), l'architecte *Jules de Joly* eut grand soin d'approprier au même usage, dans ses travaux, les anciennes assises en *pierre* qui formaient les *chéneaux* des parties de ce palais supprimées par son nouveau plan. Pouvait-il en effet en décider autrement, après avoir reconnu la qualité supérieure de cette *pierre*, dont l'usage nous est aujourd'hui tout à fait interdit par le fait même de l'interdiction de la carrière à laquelle on était alors redevable de cette sorte de produit? Cette *pierre*, d'une dureté incomparable, dont la hauteur est de $0^m,35$ environ, et la contexture d'une homogénéité parfaite, est connue des constructeurs sous la dénomination de *liais du Val-de-Grâce*, parce qu'elle fut extraite, en 1620, de la carrière qui fournissait alors les approvisionnements nécessaires pour l'érection du monument de ce nom, et près duquel elle avait été ouverte dans ce dernier but.

Il suivrait sans doute de là que nous proclamerions d'avance la supériorité des *chéneaux* en *pierre* sur ceux établis par des méthodes toutes différentes, si nous n'avions soin de faire remarquer que le fait précité n'est qu'une exception, et que, souvent, il se rencontre çà et là, dans les *bancs* de *pierre* les plus durs, certaines *tendrières* et *fils* (2) qu'on ne saurait mieux comparer qu'à des éponges, car elles absorbent les eaux par continuation, et s'opposent ainsi à leur libre écoulement.

Les *chéneaux* et *caniveaux* des terrasses de la *halle aux Vins* sont tous en *pierre dure*, mais l'architecte *Gaucher* a eu soin de les revêtir d'une couche de bitume de $0^m,02$ d'épaisseur, laquelle empêche les

(1) Dictionnaire d'architecture civile et hydraulique, etc., etc., *initiales* CHE (édition de 1755).

(2) Claude *Perrault*, architecte célèbre qui vécut sous le règne de Louis XIV (voir, pour plus amples renseignements, le Dictionnaire historique d'architecture, par *Quatremère de Quincy*, initiales PER, édition de 1832).

(3) Le LAURENTIN, maison de campagne de *Pline le Jeune*, restituée, d'après la description de *Pline*, par *L.-P. Haudebourt*, architecte. 1838.

(1) Ces grands travaux, commencés en juin 1828, ont été terminés vers la fin de 1835.

(2) Vice capital au point de vue de la construction, et auquel on ne peut remédier qu'en substituant une assise à une autre.

eaux d'être en contact avec la *pierre*; ces diverses sortes de *chéneaux* sont toutefois recouvertes par les dalles, et, par conséquent, inaccessibles à l'action de l'air.

Les constructeurs doivent donc se méfier de ces phénomènes de la nature, qui se rencontrent même très-souvent dans les masses calcaires les plus denses, et n'adopter qu'avec la plus grande réserve, et après un mûr examen, le système des *chéneaux* en *pierre*.

Le meilleur mode de raccordement entre les compartiments de cette sorte de caniveau, consiste dans l'emploi du *ciment romain*.

DES CHÉNEAUX EN PLOMB.

Le *plomb* est un métal gris, bleu ou livide, non acidifiable, ductile et facilement oxydable; le cinquième dans l'ordre de la pesanteur, et le dernier dans celui de la dureté; le septième dans l'ordre de la ductilité, et le sixième dans celui de la volatilité.

Le *plomb* se fend aisément et se coupe de même; il est très-malléable, très-flexible, et, dès lors, susceptible de se prêter à toutes sortes de formes.

Le *plomb* a, dans les bâtiments, un très-grand nombre d'emplois. Il sert, sous toutes sortes d'épaisseurs, pour les revêtements des faîtages et des noues des combles, ainsi que pour revêtir beaucoup d'autres ouvrages de charpente qui demandent à être préservés du contact immédiat de l'air. Il forme, par la facilité des soudures, les superficies les plus étendues, et est préférable, sous tous les rapports, à la *pierre*, au *zinc* et au *bitume*, pour la couverture des terrasses ou des toitures extrêmement plates.

C'est surtout dans la construction des *chéneaux* que le *plomb* joue, depuis bien longtemps déjà, un rôle très-utile, et l'expérience prouve que de toutes les méthodes appliquées à cette partie de l'art de bâtir, celle dont l'usage du *plomb* constitue la pratique est, sans contredit, la meilleure et celle qui présente le plus de durée.

Mais cette supériorité même exige des conditions d'application qui n'atténuent en rien les propriétés de ce métal, et annihilent au contraire les effets de fléchissement auxquels des chocs circonstanciés ou des pressions inégales pourraient éventuellement l'assujettir.

Ainsi, la *forme* du *glacis*, plus ou moins concave, destinée à recevoir un *chéneau* en *plomb*, doit toujours être établie en matériaux qui aient entre eux une adhérence éprouvée; et si elle doit être faite en plâtre, il faut que celui-ci soit de bonne qualité et mêlé avec l'eau qui lui sert de gluten, dans des proportions telles, que l'air ne lui fasse rien perdre de son esprit et de sa chaleur (1), afin que les grandes feuilles métalliques qui recouvrent à leur tour cette même *forme*, présentent une surface très-lisse et sans aucune boursouflure qui, si petite qu'elle soit, devient, avec le temps, le principal motif des avaries et de la destruction même de ces sortes de *chéneaux*.

Il faut également que le *plomb* soit *pur* dans toutes ses parties, c'est-à-dire exempt de toutes fissures, car celles-ci donnent lieu à autant de soudures dont, parfois, les retraits livrent passage aux eaux qui, dès lors, vont se perdre dans les murs et les plafonds, au lieu d'opérer leur course dans le caniveau destiné à leur écoulement.

On voit donc combien il doit être apporté de soin et d'exactitude dans ces sortes de travaux, afin d'éviter, par la suite, des réparations aussi fréquentes que coûteuses.

En résumé, l'emploi bien raisonné du *plomb* pour *chéneaux* est, à notre avis, préférable à toutes les autres méthodes; nous aurons, du reste, encore occasion d'en parler lorsqu'il s'agira des *chéneaux* en *fonte*.

DES CHÉNEAUX EN ZINC.

Le *zinc* est un métal blanc, lamelleux, qu'il est aisé, au premier aspect, de confondre avec le *bismuth* ou l'*antimoine*, mais qu'on reconnaît à un reflet bleuâtre que n'ont point ces métaux.

Si l'on en croit *Bergman*, les anciens ne connaissaient pas le *zinc*. PARACELSE est le premier auteur qui en ait parlé, et qui lui ait donné le nom de *zinc*.

JUNGIUS écrivait en 1674 que, depuis longtemps, on savait, dans les Indes orientales, extraire le *zinc* de ses mines.

Les Indiens l'appellent *toutenague*.

Le *zinc* a, depuis une certaine époque, acquis une sorte de célébrité par l'usage qu'on en fait dans les expériences galvaniques, à cause de l'affinité qu'il montre avec le fluide galvanique.

Les *Chinois* exploitent les mines de *zinc* pour en retirer le métal; mais en *France* on le retire par sublimation, en exploitant des mines de plomb qui contiennent du sulfure de *zinc*.

Le *zinc* s'unit au cuivre, et, dans différentes proportions, il forme des métaux composés qu'on connaît sous le nom de *tombac*, *similor*, *laiton*, *cuivre jaune*, etc., etc., etc.

On fait actuellement usage de l'étamage au *zinc* pour préserver le *fer*, la *fonte*, la *tôle* et l'*acier* même des effets de la rouille.

La fabrication du *zinc* en *table* est la même que celle du *plomb*, mais ce métal comporte une infinité d'épaisseurs propres (1) aux usages très-variés que nous en retirons aujourd'hui.

Depuis quelques années surtout, le *zinc* a reçu des applications très-fréquentes, car, en général, il se

(1) Voir les Dictionnaires d'architecture de *d'Aviler* et de *Quatremère de Quincy*.

(1) Ces épaisseurs varient du n° 10 au n° 20, c'est-à-dire depuis la plus mince, qui peut être assimilée à celle du *fer-blanc* double croix, jusqu'à la plus forte, qui est de 1 millimètre d'épaisseur.

fait peu de constructions aujourd'hui dans lesquelles il ne remplace, sous différentes formes, et le *plomb* et la *fonte*; ainsi, nous le retrouvons aussi bien dans les monuments (1) que dans nos maisons particulières, employé soit comme *couvertures* de combles et de terrasses, soit comme *tuyaux* de *chute* d'eaux pluviales ou ménagères, soit comme *chéneaux*, etc., etc.

Cependant, la prédilection bien marquée avec laquelle la presque généralité des constructeurs a accueilli ce nouvel élément de construction, n'a pas toujours été justifiée par les résultats, car ce n'est qu'après des essais souvent répétés et de nombreuses observations sur les effets et les causes, que l'on a enfin compris que l'emploi du *zinc* devait être basé sur une méthode raisonnée qui dût atténuer autant que possible la dilatabilité de ce métal, et faire éviter ces cas préjudiciables de capillarité qu'engendre toujours la réunion trop absolue de deux feuilles de *zinc* juxtaposées et sans soudures.

Traitant de l'emploi du *zinc* dans l'hypothèse de construction des *chéneaux*, nous en ferons remarquer les inconvénients et le peu de confiance qu'on doit avoir en cette méthode, malgré toutes les précautions qu'on pourrait prendre afin d'en assurer la durée.

En effet, qu'un *chéneau* soit établi en *zinc* sur un glacis aussi compacte et aussi solide que possible, si les feuilles métalliques qui le forment sont peu nombreuses et par conséquent de grandes surfaces, elles se dilateront très-sensiblement et présenteront des obstacles sans nombre à l'écoulement des eaux; si, au contraire, ces mêmes feuilles sont multipliées, et par conséquent de petites dimensions, elles ne se trouveront pas soumises, il est vrai, à d'aussi grands effets de dilatation; mais les nombreuses soudures qui en formant les liaisons seront autant de causes éventuelles d'infiltration, causes qu'auront produites les retraits de ces mêmes soudures, motivés par la contraction du *zinc* subissant la transition d'une température chaude ou modérée à une température plus élevée. Comme chacun sait, le *zinc* est éminemment oxydable, et il suffit que ce métal soit en contact avec un corps qui s'oxyde de lui-même pour en aspirer en quelque sorte le principe de désorganisation.

Que si l'on veut se convaincre de ce que nous venons de dire, il sera facile d'acquérir la certitude qu'un *clou* laissé sur une surface plane quelconque (2) recouverte de *zinc*, et qui y a séjourné pendant un certain laps de temps, s'empare d'abord, en s'oxydant lui-même, de la place qu'il occupe, et forme ensuite autour de lui un disque de *rouille*, qui augmente d'épaisseur et d'extension en raison du long séjour de ce même *clou* sur le *zinc*.

(1) L'édifice du quai d'Orsay, construit par l'architecte Lacorné, est entièrement couvert en *zinc*.

(2) Une terrasse ou toute autre plate-forme exposée à l'air et de très-minime inclinaison.

Du reste, toutes ces réflexions nous ont été suggérées par l'expérience que nous avons faite nous-même sur la résistance de ce métal placé dans la condition précitée.

Un morceau de *fer* relégué dans une gouttière en *zinc* (1) pendant l'espace d'une année, a transmis son principe d'oxydation à ce métal, à un degré tel, que non-seulement la surface occupée se trouvait presque entièrement dégénérée et formait déjà *dentelle*, mais qu'aussi celles avoisinantes subissaient très-sensiblement, dans une largeur moyenne de $0^m,01$ à $0^m,025$, ces mêmes effets de corrosion.

Donc, le *zinc* nous paraît peu propre à la construction des chéneaux, car si d'un côté il ne répond pas à toutes les exigences de cette spécialité de l'art de bâtir, de l'autre, son emploi commande des raisons de main-d'œuvre, des précautions et une surveillance continuelles, qui ne sont que très-rarement couronnées de succès.

DES CHÉNEAUX EN BITUME.

Ce que nous appelons aujourd'hui *bitume* est un composé du *bitume* proprement dit, qui est une matière liquide, épaisse, noire et inflammable, et de l'*asphalte*, qui est une substance minérale, solide et pesante, et qui a la double propriété de s'enflammer et de se fondre aisément. Ces deux substances minérales d'abord préparées séparément, et ensuite combinées ensemble à l'aide du feu, forment un corps qui, après avoir passé à l'état glutineux, devient concret; c'est à cet état solide qu'on l'emploie en construction, pour les terrasses, les trottoirs, les dallages de places publiques, et pour ceux de diverses localités spéciales qu'il serait inutile d'énumérer ici.

Depuis dix ans, il a été fait usage, à *Paris* principalement, de différentes espèces de *bitume* ou *asphalte* (2), comme on voudra bien les appeler; ces divers systèmes peuvent avoir chacun leurs avantages comme leurs inconvénients, selon les applications les plus générales qu'ils ont déjà reçues; c'est ce que nous ne devons pas analyser ici, car ces détails sont tout à fait étrangers au cadre de notre ouvrage; mais, comme quelques constructeurs ont eu l'idée d'approprier aussi l'usage du *bitume* à la confection des *chéneaux*, il devient nécessaire de dire quelques mots sur cette nouvelle méthode qui, à notre avis, présente encore moins de garantie que celle par le *zinc*, dont nous avons parlé plus haut.

Comme le *fer* et le *zinc*, le *bitume* possède la double propriété d'extension et de contraction, mais dans des rapports plus prononcés et surtout plus palpables; soumise à l'influence des rayons solaires, une contexture en *bitume* se dilate d'abord, et réduite enfin à l'état de corps poreux, se laisse pénétrer par

(1) D'une épaisseur dénommée sous le n° 12.

(2) Les bitumes de Seyssel, de l'Obssann, du Val-de-Travers, de Desmaurel, d'Aulnette, etc., etc., etc.

les rayons de calorique auxquels elle ne peut opposer aucune action reflétante.

Soumise, au contraire, à l'influence d'une température, sinon élevée, du moins mixte, cette même contexture conserve son état normal, et il ne se manifeste aucune désunion entre les deux natures d'éléments qui la composent; dans les temps froids même, sa densité se rapproche beaucoup de celle de la pierre dure, et est douée d'une très-grande résistance. Il suit de là que l'emploi du *bitume* est encore moins propice que celui du *zinc* pour l'établissement des *chéneaux*, à raison de son *imperméabilité* peu constante, et dont la durée illimitée est la condition *sine quâ non* de tout système de construction de ce genre.

En présence de cette grave question qui touche de si près à une industrie aujourd'hui si répandue, nous ne saurions mieux justifier notre opinion que par des faits qui corroboreront, du reste, ce que nous avons déjà dit sur ce système dans notre *Traité de construction en poteries et fer*, au sujet de l'application du *bitume* à la couverture.

Dans une construction assez importante, l'architecte qui en dirigeait les travaux eut l'idée de faire établir en *bitume* les divers *chéneaux* des combles.

Pendant un certain laps de temps (deux années environ), la charpente de ces combles ne sembla pas devoir souffrir de cet accolement tout nouveau, et rien n'annonçait qu'elle dût en subir le moindre préjudice. Il s'était toutefois déjà manifesté dans les entablements quelques impressions d'humidité qu'on attribuait plutôt à des infiltrations pénétrant leurs pentes, qu'à celles provenant des *chéneaux*.

Cependant la majeure partie de ce comble s'étant subitement affaissée, il devenait urgent de découvrir le mal afin de prévenir des accidents plus graves.

Il fallut immédiatement procéder à la démolition de toute la partie de construction formant la crête de ce vaste édifice; les *chéneaux* en *bitume* eurent donc à disparaître; dès lors, les pieds des combles, mis entièrement à découvert, présentèrent un état de décomposition tel, que non-seulement les *coyaux* et les pieds des *arbalétriers* de *fermes*, ainsi que ceux des *chéneaux*, mais aussi les *plates-formes* ou *semelles traînantes*, se trouvaient tout à fait dégénérés, et avaient par conséquent perdu tout le principe de leur substance première.

Qu'on ne s'y méprenne pas, ce triste état de choses provenait indubitablement du système des *chéneaux* établis en *bitume*. En effet, à l'époque des saisons chaudes, les rayons solaires, absorbés d'abord par cette couche minérale très-extensive, influaient de toute leur puissance sur les divers éléments de ces combles qui, hermétiquement renfermés dans le plein de la maçonnerie et totalement privés d'air, devaient, par suite, s'emparer entièrement de tout ce calorique.

Donc, en raison de ce qui précède, l'emploi du *bitume*, dont le temps, d'ailleurs, saura justifier la vogue actuelle et l'opportunité, nous paraît devoir être absolument réprouvé pour la confection des *toitures* et des *terrasses* établies sur charpente en bois, et principalement dans l'hypothèse des *chéneaux*, lorsqu'il s'agit surtout de constructions définitives dont les limites de durée ne sauraient être soumises à aucun calcul.

DES CHÉNEAUX EN FONTE.

Depuis peu de temps l'art du constructeur vient encore d'étendre le cercle des différentes applications de la *fonte*, en substituant ce métal à la *pierre*, pour les cymaises d'entablements d'édifices publics et de monuments.

Il résulte de ce notable changement apporté à un état de choses dont l'antiquité même avait consacré l'usage, que la *fonte* ne saurait, sous plus d'un rapport, nous offrir des ressources inférieures à celles de la *pierre*, soit au point de vue de sa densité et de sa durée, soit à celui de son extrême aptitude à recevoir toutes les formes d'ornements et de moulures constituant les ordres même les plus riches des différents styles d'architecture, qui flattent le plus nos goûts, et sont les vivantes expressions de nos différentes opinions en fait d'art.

Il suffit en effet d'entrer dans les nombreux sous-détails de main-d'œuvre nécessaire quant à la taille et à la décoration d'une cymaise d'entablement en *pierre*, pour s'identifier avec toutes les difficultés inhérentes à la fragilité plus ou moins reconnue de la matière elle-même, aux propriétés différentes des substances calcaires qui la forment, et enfin aux phases multipliées du travail lui-même, tant comme dégrossissements successifs par le procédé des épanclages, que comme opération toujours délicate d'ascension et de pose.

Si l'on considère aussi combien peu on doit quelquefois compter sur la résistance continue d'une cymaise en *pierre* dure toujours débitée selon une très-petite épaisseur, et qui, par cela même, est plus que tout autre corps de même nature, mais plus épais, sujette à se décomposer sous l'influence d'une température élevée et du stationnement des neiges, on comprendra aisément que les dégradations précoces qui sillonnent aujourd'hui les couronnements de quelques-uns de nos monuments, doivent être attribuées la plupart, non à la prévision mise en défaut des architectes, mais bien à la nature relativement peu consistante de la *pierre* dont ils ont été obligés de se servir à l'exclusion de tous autres matériaux.

Dans cette hypothèse, la substitution de la *fonte* à la *pierre* peut donc, à bon droit, être proclamée comme un progrès de premier ordre entre tous ceux qui ont déjà enrichi l'art de bâtir.

Si, dans le précédent chapitre, nous ne nous étions déjà longuement étendu sur les propriétés de la *fonte*, nous aurions à entrer ici dans une infinité de détails

pour justifier ce dernier argument; c'est pourquoi nous nous bornerons à dire que, pour quiconque est familiarisé avec l'étude de la *pierre* et avec celle de la *fonte*, suivant les propriétés de cette dernière et les diverses acceptions de son emploi, il sera aisé de reconnaître que ce métal, par la densité de ses molécules, comme par sa résistance éprouvée à toutes les influences atmosphériques, présente sans contredit, même suivant de très-minimes épaisseurs, des garanties bien fondées qu'on ne saurait retrouver dans la *pierre*, celle-ci serait-elle de la nature la plus dure et la moins gélive.

Il était réservé à M. *Hittorff* de sortir de la route anciennement tracée, et d'opérer cette révolution importante dans cette partie du grand art de l'architecture. Pénétré, avec juste raison, de la vérité de ce grand principe : *les monuments doivent être impérissables*, cet artiste a voulu contribuer, pour sa part, à la consécration de cette belle devise, en établissant en *fonte* les *couronnements chéneaux* du monument (1) et des deux édifices (2) qu'il vient d'ériger sur divers points de la capitale.

Voici, du reste, comment cet architecte justifie cette initiative qui, selon nous, doit être à bon droit considérée comme un des progrès les plus saillants de nos grandes constructions modernes.

« Jusqu'à présent on avait, dans presque tous » les monuments, exécuté la corniche en *pierre*, » soit en faisant toute la corniche en *pierre dure*, » soit en couvrant la cymaise, lorsque la corniche » était exécutée en *pierre tendre*, d'une dalle plus » ou moins épaisse en *pierre dure*. Dans l'un et » l'autre cas, le *chéneau* se trouvait presque toujours » derrière la corniche, de manière à y former un » canal qui recevait les eaux pluviales du comble, » tandis que les eaux qui tombaient sur toute l'épais- » seur et la saillie de la corniche suivaient la pente » et coulaient, malgré le coupe-larme de la dalle, le » long de la cymaise et du larmier. La corniche » ainsi exposée à l'humidité devenait de suite noire, » et se détériorait rapidement. C'est pour éviter ce » grave inconvénient que j'ai employé à *Saint-Vincent-* » *de-Paul* un système de cymaise formant *chéneau*, » qui a été exécutée en *fonte* au lieu et place du » *marbre* ou de la *terre cuite*, dont se servaient les » anciens à peu près dans le même cas. Il en est » résulté l'avantage d'économiser la cymaise en *pierre* » *dure*, ou en *pierre tendre* couverte d'une dalle en » *pierre dure*, aussi bien que le prix considérable des » ornements sculptés. Il n'a pas fallu plus de *plomb* » que pour un *chéneau* ordinaire, et la corniche, qui » ne se compose plus que du larmier, ne peut souffrir » de l'humidité ni sur sa face ni dans son épaisseur. »

Cette nouvelle application de la *fonte* ayant jusqu'à présent justifié, sous tous les rapports, les calculs et les prévisions de cet architecte, il s'ensuit que nous devons l'accepter comme un incontestable progrès acquis désormais à la science du constructeur ; c'est pourquoi nous ne balancerons pas, tout en lui conservant sa double utilité de *chéneau-cymaise*, à lui en donner encore une troisième qui se rattache particulièrement à la construction des combles. Ainsi, en fait de charpenterie, il est de règle (et cela ne peut être autrement) de faire toujours aboutir les pieds des chevrons, et souvent ceux des arbalétriers de comble, dans des encoches ou fortes embrèvures en sifflet, disposées dans l'épaisseur de la plate-forme ou semelle traînante en bois de chêne ordinairement de $0^m,08$ d'épaisseur : or, nous connaissons tous la durée toute précaire d'un pareil système et les graves inconvénients qui peuvent en résulter quand ces grands cours de plates-formes sont destinés à servir d'assiette aux *chéneaux* ; car, dans cette hypothèse, les infiltrations sont autant de causes accidentelles qui minent les combles par le pied, tandis que les autres parties n'ont pas encore éprouvé la moindre détérioration. C'est, du reste, ce que nous avons déjà eu l'occasion de signaler au sujet des *chéneaux* en *zinc* et de ceux en *bitume*.

En substituant la *fonte* formant *chéneau* à ces grandes plates-formes en bois, nous croyons avoir trouvé un principe de conservation tout autre pour cette partie de la construction des combles.

Il suffirait en effet de donner à ces *chéneaux* métalliques une largeur égale à l'épaisseur des murs dont ils font le couronnement, et de ménager dans le plein du métal, et sur les parements intérieurs, des encastrures qui seraient autant d'étuis dans lesquels viendraient s'emboîter les pieds des arbalétriers et des chevrons.

De petits *coyaux* placés sur ces bois feraient disparaître l'aiguïté produite par l'arête du *chéneau* à son point de rencontre avec la charpente, afin d'éviter toute solution de continuité dans l'écoulement des eaux.

Nous avons déjà dit que le système de *chéneaux* en *plomb* est un de ceux qui présentent le plus de garantie, en tant que ces grandes lames métalliques sont assises sur des *formes* très-unies et très-denses : or, il est évident que la *fonte* remplit parfaitement ces deux conditions, et nous en trouvons la preuve authentique dans le système de *chéneaux* de l'église de Saint-Vincent-de-Paul, qui fait en grande partie l'objet de la planche 48e.

PLANCHE 48e. — La figure 1 indique la *cymaise* ou plaque en *fonte* A vue de face, relevée d'ornements en harmonie avec le caractère religieux de l'édifice.

La figure 2 indique cette même *cymaise* A, vue par derrière. 1 est son assemblage avec le crampon en *fonte* B, lequel est scellé en *plomb* dans le cœur de la pierre ; 2 est son état d'isolement, privé de

(1) L'église paroissiale de Saint-Vincent-de-Paul, qui n'est pas encore terminée.

(2) Le panorama de Moskow et le Cirque Olympique, aux Champs-Élysées, théâtre non encore achevé.

l'appui de ce même crampon ; dans la figure 3 est représentée la coupe entre les crampons B du *chéneau-cymaise* A revêtu d'une lame en *plomb* C, selon toute sa largeur ; le tout est supporté par le grand entablement en *pierre*.

La figure 4 indique le plan d'un des crampons B en *fonte*, avec les plaques ou parties de *cymaise* A en même métal.

Dans la figure 5 est figurée la coupe d'un *chéneau-cymaise* servant de plate-forme aux portées des chevrons et à celles des arbalétriers d'un comble. D est la partie en *fonte*, E le recouvrement en *plomb*, F la charpente du comble, et G les coyaux de raccordement du comble avec le *chéneau* ; cette dernière disposition est nécessaire au libre écoulement des eaux.

La figure 6 représente le *chéneau* plate-forme vu par derrière, et indique les encastrures dans lesquelles viennent s'emboîter les pieds des chevrons et ceux des arbalétriers.

Le prix du kilogramme de cette *fonte* est de 60 cent.

CHAPITRE III.

DE L'APPLICATION DE LA FONTE A LA CONSTRUCTION DES GRANDES SERRES CHAUDES, ETC.

Les *serres chaudes* sont des édifices destinés à élever des plantes exotiques par le moyen d'une chaleur artificielle, qui doit toujours être supérieure à celle de dix degrés au thermomètre de Réaumur.

L'invention des *serres chaudes* est due aux Anglais et aux Hollandais, à qui la température ingrate de leur climat en a donné l'idée.

Comme le dit M. *Quatremère de Quincy* (1) :

« Une *serre* devient naturellement un objet d'agrément dans les grands jardins; elle peut offrir à l'architecte le motif d'une composition heureuse quant à l'extérieur, et qui, dans son intérieur, fournisse une promenade ou un refuge contre l'intempérie des saisons.

» Une *serre* habilement construite, et disposée avec goût, où l'on cultive avec soin ces plantes exotiques qui fleurissent en toutes sortes de saisons, paraît surtout convenir à ce qu'on appelle un jardin d'hiver. Placée au bout d'un parterre, elle formera un point de vue qui peut devenir pittoresque en été par les variétés de vases remplis d'arbustes ou de plantes qu'on dispose en amphithéâtre, et qui ornent toutes les ouvertures. En hiver, lorsqu'on l'ouvre à certaines heures, elle fait quelquefois illusion et produit une sensation qui contraste agréablement avec celle de la saison. Son extérieur peut être aussi disposé de façon à offrir plusieurs allées pour la promenade, et des lieux de repos. On joint volontiers à la *serre* des volières qui semblent donner à ce lieu une sorte de vie et de mouvement, propres à rappeler ou à faire pressentir les charmes du printemps. »

(1) Dictionnaire historique d'architecture, initiales SER.

En France, on s'est servi très-longtemps du *bois* pour la construction des *serres chaudes*, bien que l'on connût d'avance tout ce qu'avait de précaire la durée de cette vieille méthode incapable de résister convenablement à l'influence du calorique nécessaire à la vie des plantes qu'elles renfermaient; l'impossibilité de remédier à ces graves inconvénients provenait sans doute de la grande cherté du *fer* et de la *fonte* : quoi qu'il en soit, ce n'est qu'à l'imitation de l'Angleterre, et par suite des ressources nombreuses et mieux appréciées de la *fonte*, que nous sommes enfin parvenus à établir des *serres chaudes* métalliques à la fois durables et de très-grande étendue.

En effet, dans ce genre d'établissements tout spéciaux, ce métal offre cela de très-avantageux, qu'à l'opposé du *bois*, dont les bâtis sont toujours très-larges, il peut être employé selon des compartiments très-déliés et très-fins, qui n'interceptent ainsi, en aucune façon, le passage des rayons solaires, ni leur libre action sur des plantes qui ne peuvent être vivifiées que par une température toujours très-basse.

L'horticulteur qui, le premier, a fait usage du *fer* pour l'établissement de ses *serres chaudes*, est M. Boursault; encore celles-ci étaient-elles moins remarquables par leur construction que par leur grande longueur et la variété des plantes aussi belles que rares qu'elles contenaient (1).

Appuyées contre des grands murs, elles avaient la forme de berceaux très-élevés, dont les principaux éléments de construction consistaient en des poteaux en *fer* de $0^m,04$ de côtés, qui se prolongeaient en arcs

(1) Elles étaient situées rue Blanche, mais elles ont entièrement disparu, et ont fait place aujourd'hui à une rue nouvelle.

arrêtés par des scellements dans la maçonnerie, et supportaient de grands châssis vitrés dans toute l'étendue de ces *serres*.

A bien prendre, ce n'est qu'à dater de 1833 qu'on a enfin songé à construire de grandes *serres chaudes* entièrement en *fer* et *fonte*, et à leur donner un caractère d'architecture approprié à leur usage tout distinct, et qui ne fît pas contraste à celle des vastes bâtiments qui les entourent; du reste, au gouvernement appartenait seul l'honneur de cette belle et intéressante initiative.

En effet, les grandes *serres chaudes* du *Muséum d'histoire naturelle* sont autant de palais diaphanes où le *fer* et la *fonte*, qui seuls en constituent toute la construction, ont été employés suivant des dimensions telles que le soleil peut aujourd'hui pénétrer librement à l'intérieur de ces grandes localités, dans toutes les directions et à toutes les heures de la journée.

Toutefois, empressons-nous de dire que ce caractère de légèreté n'exclut en rien celui de solidité que, du reste, on se plaît à reconnaître tout d'abord, en examinant les nombreux ajustements et les *décompositions* multipliées de *force* de ce nouveau système de *ferronnerie*.

Pénétré de toute l'importance d'un projet qui n'avait rien de commun avec ceux de tous monuments quelconques ordinairement confiés au génie des architectes, comme aussi de la mise à exécution qui devait en être la suite, M. *Ch. Rohault*, avant de mettre la main à l'œuvre, a pris soin de s'inspirer des choses déjà faites, et d'aller consulter, à cet effet, l'expérience de nos voisins d'outre-mer, chez lesquels il a trouvé de beaux exemples à suivre en ce genre de construction, car on ne peut se dissimuler que l'Angleterre est un des pays qui possèdent les plus belles *serres* de l'Europe, comme celles les mieux appropriées à la culture des plantes exotiques.

Cependant, depuis 1833, époque à laquelle a commencé l'exécution des grands travaux qui complètent aujourd'hui le *Muséum d'histoire naturelle*, la France n'a plus rien à envier à l'Angleterre; car, entre autres dispositions remarquables de ce vaste établissement d'instruction publique, les *serres chaudes* surpassent en dimensions et en élégance toutes celles connues jusqu'à ce jour.

S'il nous fallait analyser ici les détails sans nombre de toutes les constructions métalliques qui meublent aujourd'hui d'une manière si pittoresque les différents sites du jardin du *Muséum*, ce n'est pas un chapitre, mais bien un volume tout entier, qu'il faudrait consacrer à leurs diverses descriptions; mais, en publiant son instructif ouvrage (1) à la suite de l'exécution des importants travaux que le gouvernement lui a confiés, M. *Ch. Rohault* a su prévenir les réclamations justement fondées que lui auraient adressées, sans aucun doute, tous les amis de l'architecture et de la construction.

C'est pourquoi notre rôle se bornera à énumérer dans un cadre très-restreint les diverses localités du *Muséum d'histoire naturelle* établies en *fer* ou en *fonte*.

Les premières, celles qui frappent l'œil tout d'abord, sont les grandes *serres chaudes* renfermant les palmiers et les plantes des tropiques, qui exigent le plus de chaleur.

« Ces deux *serres* dominent une longue terrasse » coupée dans son milieu par une pente douce, et se » composent de deux grands pavillons de 20 mètres » de longueur, 12 mètres de largeur, et 15 mètres » de hauteur, et de galeries à deux étages présentant » ensemble un développement de 170 mètres. Chacun » des pavillons est couvert par un comble en *fer*, » porté à l'extérieur sur des colonnes en *fonte*, et à » l'intérieur sur huit colonnes isolées, également en » *fonte*, chacune de 11 mètres de hauteur.

» Les colonnes extérieures supportent un *chéneau* » en *fonte*, soutenu par des consoles et destiné à » l'écoulement des eaux et au service des ouvriers et » des jardiniers. Un pont d'une seule arche, en *fer*, » doit relier les deux pavillons à la hauteur du *chéneau*, servir à la transmission de la vapeur, et » mettre tous les combles des *serres* en communication. Les remplissages entre les colonnes extérieures et les arbalétriers du comble sont formés » par des *fers laminés* avec feuillures.

» Les pavillons, sur trois côtés et sur le comble, » sont maintenus à hauteur des entraits par des *croix* » *de Saint-André*, et appuyés sur des murs d'un mètre » d'épaisseur, contre-boutés par les bâtiments où » sont placés les appareils de chauffage (1). »

Vient ensuite cette longue *serre* courbe formant galerie, à deux berceaux superposés; elle remplit la majeure partie de ce grand amphithéâtre, du côté de l'ouest.

Le *fer* joue dans cette construction un rôle tout autrement important que la *fonte*. Ce système, quoique beaucoup mieux entendu, a cependant assez de ressemblance avec les *serres Boursault*.

« ..... Les galeries à deux étages composent » tout l'espace entre le vestibule et le grand perron » du côté de l'ancien cabinet, dont elles sont séparées » par un autre vestibule et par un escalier semblable » à ceux que je viens de décrire. Ces galeries, dont » les vitrages sont portés par des *fers* courbes, sont » adossées au labyrinthe, qui les protége du vent du » nord.

» La galerie du premier étage est immédiatement

(1) Le *Muséum d'histoire naturelle*, par *Ch. Rohault* fils, architecte du *Muséum*, ancien élève de l'École polytechnique. Ouvrage grand in-folio (texte enrichi de 14 planches, 1837).

(1) Nous avons emprunté cette description et celles qui vont suivre, à l'ouvrage de M. *Ch. Rohault*.

» appuyée contre le mur de soutènement, et portée » sur une suite de voûtes en berceaux, terminées par » des culs de four dont les axes sont perpendiculaires » au mur, et qui lui servent d'éperons.

» La galerie du rez-de-chaussée est en avant des » caves formées par ces voûtes.

» Un chemin de service en *fonte* domine la galerie » basse, et sert de base aux châssis courbes d'en haut » qui sont eux-mêmes couronnés par un chemin porté » sur le sommet du mur de terrasse.

» . . . . . La variété des formes des grands et des » petits pavillons et des longues *serres* courbes, en » projetant l'une sur l'autre des masses transparentes » couronnées par les beaux arbres verts du laby- » rinthe produit des effets de perspective pittores- » ques auxquels le soleil ajoute un effet remarquable. » Des galeries semblables doivent être construites à » l'est du deuxième pavillon, lorsqu'on sera obligé » de renouveler les *serres* BUFFON, *qui sont en bois et* » *déjà en très-mauvais état*..... »

Nous citerons en troisième lieu l'immense cage en *fer* et *fonte* érigée dans une des parties les plus pittoresques du jardin, et consacrée à l'habitation des singes.

« Ce bâtiment, érigé sur un plan demi-annulaire, » présente sa concavité au sud-sud-est : il se compose » de vingt loges spacieuses, d'une galerie intérieure » et d'un couloir servant de magasin qui l'abrite du » vent du nord. Le public entre par deux porches » dans la galerie intérieure, qui est éclairée par le » haut, et qui fait le tour derrière les loges des » singes.

» Ces loges sont ouvertes sur une grande cage cir- » culaire de 18 mètres de diamètre et 8 mètres de » hauteur, formée de barreaux et de grillages en *fer*. » Cette cage est un véritable théâtre sur lequel on » voit les singes se donner un mouvement indispen- » sable à leur conservation, et se livrer à toute la » souplesse de leurs tours, sans craindre l'oppres- » sion des grands sur les petits qui trouvent une » sauvegarde dans l'étendue du vaisseau qui les ren- » ferme. ..... (1) »

Toutes ces constructions métalliques ont été faites avec le plus grand soin, et font autant d'honneur à l'architecte qui les a dirigées qu'aux divers entrepreneurs qui ont été chargés de leur exécution.

Dans l'entente des nombreux ajustements des grands pavillons, M. *Travers* a déployé toute l'intelligence qu'on était en droit d'attendre de lui, car les grands travaux (2) qu'il avait déjà exécutés dans plusieurs monuments lui avaient acquis la réputation bien méritée de bon constructeur.

MM. *Roussel*, *Margot* et *Boutevillain* ont construit avec non moins de soin et de talent la longue *serre* courbe ainsi que les grilles de formes variées qui entourent le grand amphithéâtre des *serres* et les diverses zones du jardin, consacrées à l'horticulture et à la botanique.

M. *Mignon* a été chargé de l'établissement de la grande cage circulaire du bâtiment des *Singes*. Ce système de ferronnerie, très-soigneusement traité dans toutes ses parties, est une preuve de plus du savoir et de l'habileté reconnus de cet entrepreneur, que ses importants travaux (1) ont déjà placé depuis longtemps au premier rang de nos praticiens les plus capables.

La figure 1re est une *coupe en long* sur la moitié du grand pavillon.

AB sont les colonnes en *fonte* isolées, montant de toute hauteur et supportant le comble dont les *fers* à feuillures IJK sont indiqués dans la figure 3.

C est une des colonnes extérieures également en *fonte;* celles-ci servent de supports à la plaque en *fonte* D sur laquelle sont appuyés les modillons consoles E de même métal qui reçoivent le chéneau F.

Les conduits en *fonte* GG donnent une idée du système de chauffage par la vapeur. H indique une partie de la construction en maçonnerie.

Dans la figure 2, est représentée la coupe en largeur d'une *serre courbe*, prise sur un pavillon d'escalier et un vestibule.

L est un des nombreux arbalétriers du rez-de-chaussée, recevant les petits *fers* à feuillures pour le vitrage. L' est un de ceux du premier étage : ces éléments de construction sont en *fer*.

M indique un des fuseaux en *fonte* du vestibule, figurant colonnes à l'intérieur.

N est une des colonnettes supportant le comble d'un pavillon d'escalier; celles-ci remplissent le même office que celui des colonnes extérieures des grands pavillons, comme supports des modillons consoles et du chéneau de ce petit comble.

H indique une partie de la construction en maçonnerie.

PLANCHE 50e. — Dans cette *planche* sont figurés tous les détails des assemblages des colonnes ou fuseaux en *fonte* des grands pavillons; ils sont rendus au dixième de l'exécution, et avec une clarté telle qu'il nous a semblé superflu d'en faire l'objet d'une explication plus détaillée (2).

Sous-détails.

Dans les deux grands pavillons, il est entré 188,198 kilogr. de *fonte* et de *fer* confondus, qui,

(1) Voir la note au bas de la deuxième colonne de la page 72.

(2) Une grande partie des travaux de ferronnerie de la salle Ventadour, sous les ordres de l'architecte *Huvé;* le grand comble de la salle des séances de la Chambre des députés, sous les ordres de l'architecte *J. de Joly*.

(1) Une grande partie de la ferronnerie de la salle Ventadour, sous les ordres de l'architecte *Huvé;* le Palais-Royal, la galerie des Batailles, à Versailles, sous les ordres de M. *Fontaine,* architecte du *Roi;* le comble de la cathédrale de Chartres, etc., etc., etc.

(2) Les planches 49 et 50 ont été textuellement copiées sur les planches 8 et 9 de l'ouvrage de M. *Ch. Rohault*.

à raison de 1fr.,30 l'un, font la somme de.	244,657fr.	40c.
Dans la longue *serre* courbe il est entré environ 35,000 kilogr. de *fer* et de *fonte* confondus, qui, à raison de 1fr.20 le kilog., font.	42,000	00
Dans la cage circulaire du bâtiment		
A reporter.	286,657	40

Report.	286,657fr.	40c
des singes, il est entré 13,350 kilogr. de *fer* et de *fonte* confondus, qui, à raison de 1fr.35 le kilogr., font la somme de.	18,022	50
Total de la dépense faite par ces grands travaux de ferronnerie. . . .	304,679	90

D'où il résulte, en définitive, que le poids total du *fer* et de la *fonte* employés dans les constructions métalliques du Muséum d'Histoire naturelle, est de 236,548 kilogr., non compris toutefois celui des grilles qui entourent les différentes localités consacrées aux études de la botanique, ou qui servent à enclore plusieurs parterres, et que la dépense que ces travaux ont entraînée, comme *ferronnerie*, est de 304,679fr.,90c.

TITRE VI.

DE L'EMPLOI DE LA FONTE

COMME DÉCORATION ISOLÉE ET ORNEMENTS DE DÉTAIL.

DE L'APPLICATION DE LA TOLE A LA CONFECTION DES CROISÉES, DES CHASSIS DE COMBLES, ETC., ETC.

CHAPITRE PREMIER.

DE LA FONTE COMME DÉCORATION, ETC., ETC.

Déjà, au sujet des fontaines monumentales qui décorent quelques-unes de nos places publiques et de nos promenades, nous avons fait ressortir les incalculables avantages que l'art, aidé de l'industrie, a déjà retirés de l'usage de la *fonte*, sous le rapport de l'économie notable que présente l'emploi de ce métal, dont la durée ne le cède en rien à celle du *bronze*, employé toutefois selon une épaisseur relative ; et, à cet effet, nous avons eu soin de citer les résultats aussi beaux qu'inattendus que plusieurs de nos artistes ont obtenus de son application à la statuaire, résultats qui, du reste, peuvent justifier pleinement l'opinion favorable que nous avions déjà émise sur cette intéressante matière, car ils sont actuellement exposés à tous les yeux.

Mais là sembleraient s'arrêter ces ressources tant vantées, si nous omettions de consacrer au moins un chapitre à quelques-unes de ces applications variées dont l'usage, aujourd'hui très-répandu, parle beaucoup mieux à l'esprit de l'observateur que la plus consciencieuse analyse.

Personne n'ignore, en effet, que si, depuis quelques années surtout, la plupart de nos grandes villes, et Paris principalement, ont été embellies, pour ainsi dire en un clin d'œil, par ce nouveau mode d'éclairage (1) dont les jets lumineux et ingénieusement distribués donnent toute garantie à la circulation pendant la nuit, l'emploi de la *fonte* est entré pour beaucoup dans les moyens adoptés pour la mise en pratique de cette belle découverte dont nous devons la première application à nos voisins d'outre-mer.

D'un autre côté, cette branche d'industrie a déjà pris une telle extension, que la *fonte* affectée à la reproduction d'ornements, quelque riches qu'ils soient, revient à bien meilleur marché que toutes les sculptures de style semblables qu'on pourrait faire en *bois*, en *marbre* et voire même en *pierre*. C'est, du reste, ce dont nous pouvons tous nous convaincre en voyant la plupart des devantures des boutiques, ainsi que les portes d'entrée de nos monuments, comme celles, aussi, de nos maisons particulières, ornées de panneaux et de chambranles en *fonte* et relevées d'une infinité de moulures guillochées, et de sculptures de même métal, qui rappellent parfois avec assez de vérité tout ce que l'on peut

(1) Le gaz hydrogène remplace aujourd'hui l'éclairage à l'huile dans presque toutes les villes un peu importantes de France.

rencontrer de plus riche en fait d'architecture du *moyen âge* et de l'*antiquité* (1).

Parmi cette infinité de styles de décorations qui appartiennent à tous les genres et à toutes les époques, et qui, par leur destination toute spéciale, ne demandent pas à se raccorder rigoureusement avec les formes architectoniques de tel ou tel édifice, qu'ils bordent, quoiqu'à des distances souvent assez éloignées, les *candélabres* ont le privilége du premier rang, à en juger par les applications multipliées, et chaque jour plus nombreuses, qui en sont faites, en vue de l'embellissement et du bien-être de la capitale.

Dominé par une sollicitude aussi constante qu'éclairée, le premier magistrat de la cité, M. le comte de Rambuteau (2), dont le nom est désormais acquis à l'histoire de notre *Paris moderne*, a su se pénétrer des besoins incessants de cette laborieuse fourmilière, de cette immense population qui, fidèle idée du mouvement perpétuel, ne connaît aucun repos, tant ses instincts sont divers et s'exercent sous des données différentes.

C'est, en effet, aux soins de ce haut fonctionnaire, aidé du puissant concours de nos édiles, que *Paris*, ce centre de la civilisation française, doit ses nouveaux quais, ses fontaines irrigatives, conséquences absolues des lois d'hygiène d'une si grande ville, la création de plusieurs places publiques, le percement de rues nouvelles si longtemps réclamées, et aussi cet inappréciable éclairage au *gaz*, dans lequel les *candélabres* en *fonte* jouent un rôle aussi nécessaire que pittoresque.

Dans l'exécution de son projet d'embellissement de la place de la Concorde, l'architecte *Hittorff* nous a prouvé qu'en fait de décoration de places et de promenades publiques, on ne saurait restreindre l'emploi de la *fonte* à la construction des *candélabres*, car, en faisant servir ce métal à l'exécution d'une des parties principales de la décoration de la place de la Concorde, cet artiste a su éviter deux écueils : le premier, d'avoir vu l'exécution de son projet reléguée dans les limites de son imagination en proposant l'emploi de matériaux d'un prix exorbitamment chers, tels que le *bronze* ou le *cuivre* ; le second, d'avoir fait exécuter ses *colonnes rostrales* en matériaux calcaires qui, en raison du petit volume et des ornements de ces mêmes *colonnes*, eussent été sensiblement avariés dans un laps de temps très-court.

Mais, de tous ces produits métalliques que l'art du fondeur a su faire plier à tous les caprices de la sculpture et façonner à son gré, il n'en est encore aucun qui, sous le rapport de la gracieuseté du style et du beau idéal des formes, comme sous celui de la pureté de la matière, ait atteint, à beaucoup près, le degré de perfection qu'on ne se lasse pas d'admirer dans les œuvres de M. *Calla* fils, fondeur aussi habile que plein de goût, dont les recherches et les veilles ont déjà donné de si beaux résultats ; car cet homme ingénieux est enfin parvenu à *pétrir*, pour ainsi dire, la *fonte* avec autant de facilité que la complaisante *argile* à laquelle il emprunte la création de ses nombreux sujets.

Que si, dans le silence du cabinet, l'on veut interroger les applications sans nombre que ce véritable artiste a su trouver dans l'emploi de la *fonte*, au double point de vue de l'élégance et de l'utilité, il suffira de compulser les mille et un détails de la riche collection qu'il vient de publier, et qu'il augmente sans cesse, en raison des intéressantes découvertes que son esprit inventif sait approprier aux besoins de l'art de bâtir aussi bien qu'au confortable de la vie privée.

Que si, au contraire, on tient à juger par soi-même de l'effet matériel des choses, et qu'on pénètre dans l'usine de M. *Calla*, on est frappé tout d'abord, car l'œil ne se repose plus, comme dans les *fonderies* ordinaires, sur des masses de *fonte* plus ou moins imposantes et correctes, mais bien sur une infinité d'objets aussi variés par la forme que par le style, qui reportent le visiteur à l'atelier du statuaire et de l'ornemaniste.

Ici donc, sont des statues fondues d'après l'antique ; là, des bustes et des groupes de personnages qui ont fait époque dans notre histoire ; d'un côté, on trouve de riches fragments d'architecture appartenant à tous les styles ; de l'autre, des candélabres, des lampadaires, des motifs d'encadrements, des moulures de tous genres, et enfin cette infinité d'objets de décorations variées, qui fait que dans cette belle collection l'architecte, au lieu d'avoir à inventer, n'a plus qu'à se prononcer et à choisir.

Mais là, cependant, ne s'arrête pas le mérite de M. *Calla* fils ; car, si tout démontre que ce fondeur a déjà fait beaucoup pour les arts, les établissements d'utilité première (1) qu'il a construits comme ingénieur mécanicien prouvent aussi sa capacité et ses ressources imaginatives en fait d'application de la *fonte* à l'industrie.

En effet, non loin de ces objets de luxe et de décoration que nous venons de citer, et dont la finesse du grain pourrait être, en quelque sorte, assimilée à celle du *bronze*, on se plaît à examiner avec non moins d'intérêt ces immenses roues d'engrenage et beaucoup d'autres blocs de *fonte* non moins remarquables par leurs dimensions que par le fini, la rectitude et la beauté du travail.

Du reste, avant de donner toutes ces preuves de

(1) Toutes ces différentes moulures métalliques, soit raies de cœur ou canaux, soit oves ou talons en feuilles grasses, perles et autres ornements courants, pèsent le moins 5 kilogrammes le mètre, et coûtent 4 fr. 50 c. du moment où elles ne dépassent pas 0m,05 de largeur.

(2) M. le comte de Rambuteau est pair de France, conseiller d'état et préfet du département de la Seine.

(1) M. *Calla* fils a déjà construit plusieurs moulins modernes d'après le système de l'ingénieur anglo-américain *Olivier Evvans*.

son expérience et de son savoir, M. *Calla* fils avait déjà hérité de la réputation bien méritée de son père, un des industriels qui aient donné la plus notable impulsion à l'emploi de la *fonte*.

Cependant, à M. *Calla* fils n'appartiennent pas exclusivement le mérite et la réputation justement acquise de fondeur habile, car M. *Dussel* fils (1) a aussi obtenu bien des titres à la reconnaissance des constructeurs par les ressources nombreuses et de premier ordre que cet industriel a mises à leur disposition, et dont l'intéressante nomenclature est trop longue pour pouvoir être énumérée ici.

Ce que nous avons déjà dit de M. *A. Muel* dans le cours de cet ouvrage, nous dispense de nous étendre davantage sur le mérite de ce fondeur, auquel nous devons, comme on sait, la *fonte* des fontaines de la place de la Concorde, ainsi que les *colonnes rostrales* et les *candélabres* qui la meublent.

COLONNES ROSTRALES LAMPADAIRES, ET CANDÉLABRES.

PLANCHE 51e et 52e.—Afin de justifier par des exemples ce que nous avons avancé dans le commencement de ce chapitre sur l'emploi de la *fonte* comme motifs de sculpture qui viennent en aide, soit à l'architecture de certains monuments, soit à l'embellissement de nos places publiques, ou qui sont destinés à l'ameublement de grandes salles de représentation, nous avons jugé à propos de donner dans la 51e *planche* de cet ouvrage les figures des *colonnes rostrales* et des *candélabres* qui concourent à l'ensemble de la décoration de la *place* de la *Concorde*, ainsi que le dessin d'un *candélabre* de forme très-riche, érigé dans le style de la *renaissance*, et destiné à faire le principal ornement des péristyles de grands hôtels, voire même, de ceux des monuments et des palais.

Ces *colonnes rostrales* (2) sont au nombre de vingt, placées dans le pourtour de la *place*, sur la balustrade intérieure des fossés qui en circonscrivent l'enceinte; elles sont en *fonte* de *fer*, d'architecture corinthienne, mêlée d'attributs de convention, dont la plupart des détails sont couverts de dorure; leur double rostre ou proues, emblème des armes de la ville de *Paris*, placé au milieu du fût, supporte deux lanternes élégantes ou foyers de lumière, dont les rayons se répandent à profusion dans l'immense zone qu'ils ont à éclairer.

Il est aisé de concevoir que, dans un système de construction de cette nature, le praticien n'a pu être astreint à couler de si grandes pièces d'un seul jet; car, bien qu'en fait d'exécutions de ce genre on obtienne des résultats qui vont même souvent plus loin que les prévisions des hommes les plus instruits et les plus expérimentés en la matière, l'excessive adhérence des molécules de *fer fondu* entre elles, admet certaines limites qu'on ne peut se permettre de dépasser sous peine de se voir complétement déçu d'espérances d'autant plus erronées que la sage théorie ne saurait leur accorder le plus léger fondement.

La *planche* 51 vient à l'appui de ce que nous venons d'avancer; les détails qu'elle renferme, et qui sont tous relatifs à la construction d'une de ces *colonnes rostrales*, indiquent très-clairement le nombre des opérations de *fonderie* nécessaires à la formation de cet ensemble, dont les diverses combinaisons d'ajustement ont été calculées de manière à être invisibles à tous les yeux et à ne pas laisser la moindre prise à l'introduction des eaux pluviales ni aux influences humides de l'atmosphère, double principe éminemment destructif de la *fonte* qu'il réduit à l'état de cette *oxydation* hâtive qui en est, comme chacun sait, la plus cruelle ennemie.

Du reste, comme chacune de ces *colonnes* n'est formée que par la superposition d'éléments de métal de même nature, et qu'il n'existe, à vrai dire, dans cet ensemble, aucune particularité qui puisse entraîner à quelques développements au point de vue de la CONSTRUCTION, nous croyons devoir nous affranchir d'une plus ample description à ce sujet. Les nombreux détails de la *planche* 51, dont il est question, nous paraissent, par leur lucidité, devoir parfaitement remplir ce dernier but. Cependant, il ne nous paraîtra pas superflu d'entrer ici dans quelques sous-détails; car, bien mieux que tout ce que nous venons de dire, ils donneront à nos lecteurs une idée très-exacte de l'importance du travail et de la dépense à laquelle celui-ci a donné lieu.

Sous-détails des colonnes rostrales lampadaires.

Poids de chacune des 20 colonnes, 3,463k,68 à 0fr.85c. l'un, y compris la peinture couleur bronze et tous les frais de modèle.	2,918fr.62c.
Dorure d'une colonne 13m,00 à 45fr. le mètre.	585 00
Prix d'une colonne. . . .	3,503 62
Dont à déduire 12,035 p. 0/0 de rabais soumissionné.	421 66
Ci, pour une colonne, prix net.	3,081 96

M. *Muel*, dans son mémoire, porte le poids de chaque colonne à.	4,245k,22
Au lieu de.	3,463 68
Différence en plus. . . .	781 54

Ce surcroît de poids provient principalement de ce

(1) La fonderie de M. *Dussel* fils est située rue des Quatre-Fils, n° 22 (au Marais).

(2) Elles sont, quant à présent, le seul exemple de décoration architectonique de ce genre qu'on puisse citer comme embellissement d'une des principales places de notre capitale; nous pourrions même dire qu'on ne saurait le retrouver autre part en France.

que le chapiteau a été fondu presque plein, au lieu de ne porter, selon toutes ses parois, qu'une épaisseur de $0^{m},022$, et rentre d'ailleurs dans le cas prévu au cahier des charges.

D'où il suit, en définitive, que le poids total de la *fonte* pour ces vingt *colonnes* est de $69,273^{k},60$ qui, à raison du rabais précité, ont coûté la somme de $61,639^{fr}.20^{c}$.

Les quarante *candélabres* destinés à éclairer le milieu de cette *place* et disposés le long des dallages, de chaque côté des voies réservées à la circulation des voitures, sont, comme les *colonnes*, en grande partie dorés; mais, n'étant que de simples fuseaux *coulés* d'un seul jet avec leurs soubassements et leurs chapiteaux corinthiens, il ne s'y trouve rien, sous le rapport des ajustements, qui mérite d'être cité; nous dirons seulement qu'ils n'ont de remarquable que les ornements dont ils sont parés.

Les cent quarante-deux *candélabres* qui décorent la grande avenue des Champs-Élysées, sont également en *fonte*, et de mêmes style et dimensions que les premiers dont nous allons donner les sous-détails.

Sous-détails des candélabres.

Poids de chacun des 40 *candélabres*, $952^{k},56$, à $0^{fr}.75^{c}$, y compris la peinture couleur bronze et tous les frais de modèle.	$714^{fr}.62^{c}$.
Dorure d'un *candélabre*, $0^{m},811$, à 45 fr. le mètre.	36 50
Prix d'un candélabre. . . .	751 12
Dont à déduire le rabais de 12,035 p. 0/0 soumissionné.	90 40
Ci, pour un *candélabre*, prix net. .	660 72

D'où il suit, en définitive, que le poids de la *fonte* pour ces quarante *candélabres* est de $38,102^{k},40$, qui, à raison du rabais précité, ont coûté la somme de. . . . . $26,428^{fr}.80^{c}$,

Et que le poids total de la *fonte* pour les cent quarante-deux *candélabres* de la grande avenue des Champs-Élysées, est de $135,263^{k},52$, qui, par le fait du même rabais, ont coûté la somme de $93,822^{fr}.24^{c}$.

En récapitulant donc la quantité de la *fonte* qui est entrée dans l'exécution du projet de M. *Hittorff*, tant pour les embellissements de la place de la Concorde, que pour ceux des Champs-Élysées, on trouve que le poids total de cette même *fonte* est de $329,234^{k},15$, et que la somme dépensée pour cette partie de travail est de $449,910^{fr}.07^{c}$. (1), non compris toutefois les lanternes, conduits et becs à gaz, les articles *maçonnerie* et *plomberie*, ainsi que d'autres accessoires dont il n'est pas fait mention dans la présente analyse.

(1) Se reporter, pour une grande partie de ces détails, au chapitre VII du titre II de cet ouvrage.

Dans la *planche* 51, sont figurés en élévation, 1° les *colonnes rostrales* de la place de la Concorde; 2° les *candélabres* de cette même *place* et ceux de la grande avenue des Champs-Élysées; 3° le *candélabre* style renaissance pour grands péristyles, fondu par M. *Calla* et d'après les dessins de cet ingénieur. Ce *candélabre* de forme toute nouvelle pèse 100 kilog., et son prix de vente est de. . . . . 200 fr.

Nous donnons également le figuré d'un des *candélabres* du pont en *fonte* du *Carrousel* avec un fragment de sa balustrade (*voy.* fig. 4).

Ce pont, œuvre très-remarquable et dont nous aurons occasion de parler plus en détail, dû au talent de l'ingénieur *Polonceau*, est le premier, quant à présent, qui nous offre l'exemple d'un style aussi riche que bien approprié à l'établissement des balustrades et des *candélabres* qui, de même que toute cette savante construction (à l'exception des culées et des piles intermédiaires érigées en *pierre*), sont en *fonte* et font un très-bon effet.

Depuis, il a été aussi placé des *candélabres* sur les balustrades en pierre du pont de la Concorde; sans doute ils sont très-utiles, mais leur forme ne nous paraît pas être en parfaite harmonie avec l'architecture de ce pont tout moderne.

Il est encore beaucoup d'autres *candélabres* qui, pour n'être pas reproduits ici par le dessin, n'en méritent pas moins d'être cités, tant déjà le nombre en est grand et l'utilité incontestablement reconnue; nous voulons parler des *candélabres-lampadaires* qui remplacent si avantageusement sous tous les rapports les anciens réverbères et ces tristes potences en charpente dispersées autrefois çà et là sur nos places publiques, nos boulevards et nos quais, ainsi que dans nos principales rues, telles que celles de *Rivoli*, de la *Paix* et de *Castiglione*. Nous sommes donc fondé à croire que nos lecteurs nous sauront gré de les initier dans quelques détails statistiques qui donneront, quant au nouveau mode d'éclairage en usage depuis plusieurs années à *Paris*, une idée très-exacte de l'extrême sollicitude de l'administration pour les besoins de la nombreuse population de notre capitale.

Ainsi, depuis six ans, il a été placé sur les principales voies publiques de cette grande ville, soit places et promenades, soit quais et boulevards, *six cent quatre-vingt-dix candélabres-lampadaires*.

Et dans les grandes rues de nos douze arrondissements, *mille huit cent soixante-huit consoles* en *fonte*, de forme très-élégante, supportent autant de foyers de lumière produite par le gaz, dont les rayons convergent principalement sur les bas côtés de ces voies publiques, c'est-à-dire dans les parties exclusivement consacrées aux piétons.

Ces 690 *candélabres*, dont le poids moyen de chacun est de 250 kilogrammes, donnent ensemble un poids total de. . . . . 172,500 kil.

qui, à raison de 43 c. le kil., font. . . 74,175 fr.

Ces 1,868 *consoles*, dont le poids moyen de chacune est de 22 kilogrammes, donnent ensemble un poids total de. . . . . 41,096 kilog.
qui, à raison de 0,81 cent. le kil., font la somme de. . . . . 33,287 f. 76 c.

Il s'ensuit donc que le poids total de la *fonte* (1) employée jusqu'à ce moment pour ce service de première utilité est de. . . . . 213,596 kilog.
et que la dépense qui en est résultée est de. . . . . 107,462 f. 76 c.

De même que dans les cas dont nous avons parlé plus haut, nous ne comprenons pas dans cet aperçu les travaux particuliers aux différents corps d'état qui ont concouru à l'établissement définitif de ce nouveau mode d'éclairage.

L'art du plombier vient également de trouver, dans l'usage de la *fonte*, une de ses principales ressources, et dont cependant il s'est vu bien longtemps privé.

En appliquant l'emploi de ce métal à la confection de *corps de pompes* d'un seul morceau, il a su faire concorder la résistance de l'enveloppe avec le jeu fréquent et saccadé du mécanisme que celle-ci renferme, et imprimer ainsi à l'ensemble de son système ce principe de durée indéfinie, sur laquelle il ne pouvait compter lorsqu'il lui fallait employer les secours de la *menuiserie*, autre art qui, sans doute, a bien aussi son mérite, mais dont la spécialité concorde généralement peu avec celles de *la plomberie* et de l'*hydraulique*.

Mais, là ne se borne pas l'heureuse substitution de la *fonte* au *bois*; car actuellement les *corps de pompes* métalliques s'adaptent très-aisément dans des localités très-resserrées, sans pour cela gêner en rien la libre action des organes mécaniques et du piston, et répondent par cela même aux exigences de nos mœurs, qui veulent qu'aujourd'hui l'*architecte* trouve des distributions à la fois nombreuses, utiles et commodes dans très-peu de terrain.

Lors de la dernière exposition des produits de l'industrie, on a dû remarquer non sans quelque intérêt les *corps de pompes* en *fonte* que le plombier *Durand* fils a très-ingénieusement su approprier à son industrie. Sans entrer ici dans aucun des détails qui constituent son système d'hydraulique (1), nous dirons que ces espèces de *boîtes* métalliques, qui ont la figure de piédestaux, ornés sur leurs quatre sens d'attributs analogues à leur destination, sont de forme très-gracieuses, d'un prix peu coûteux (80 fr.), comme elles sont aussi autant d'ornements d'un effet pittoresque pour les cours ou les jardins des propriétés, dans lesquels ces *pompes* trouvent tout naturellement leur place.

(1) La plus grande partie sort des fonderies de M. A. *Muel* fils, à Tusey, près de Vaucouleurs (Meuse).

(1) L'ensemble de l'invention, dû à M. Durand, a valu à cet industriel encore très-jeune une mention honorable à la dernière exposition des produits de l'industrie de 1839.

CHAPITRE II.

DE L'APPLICATION DE LA TÔLE A LA CONFECTION DES CROISÉES, DES CHASSIS DE COMBLES, ETC., ETC.

De toutes les parties du *bâtiment* qui concourent à l'exécution d'un édifice quelconque, il n'en est aucune qui demande plus de soins et de connaissances dans le choix et dans l'assemblage des matériaux que la *menuiserie*, qui est l'art de travailler, de polir et d'assembler les bois pour les menus ouvrages, tels que *portes*, *croisées*, *lambris*, et d'exécuter même souvent à lui seul des morceaux entiers d'architecture destinés à meubler les intérieurs des monuments et des édifices publics, voire aussi quelquefois ceux de nos maisons particulières.

Assujettie au seul emploi du *bois*, dont cependant les ressources sont toujours immenses en fait de charpente, la menuiserie voit quelquefois la durée toute précaire de son œuvre ne répondre ni aux soins minutieux apportés dans le travail, ni même au choix le plus clairvoyant pour ce qui est de la matière, inconvénients graves sans doute, et auxquels la pratique la plus consommée ne peut remédier, car ils sont inhérents à la nature poreuse du *bois* et à sa propriété essentiellement hygrométrique. Le *chêne* étant de tous les bois le plus pesant, le plus dur, et par conséquent celui qui résiste le plus à l'intempérie de l'air (1), il s'ensuit que la menuiserie en fait exclusivement usage pour la confection des portes extérieures et des croisées en général.

Quoi qu'il en soit, on ne saurait trouver dans ces portes et ces croisées en *bois* une résistance analogue à celle des autres matériaux métalliques ou calcaires qui entrent dans la composition d'un bâtiment quelconque; et cette différence bien marquée tient pardessus tout aux conditions de *débit* du *bois*, qui, pour les croisées, ne peut être employé que selon des dimensions forcément faibles, et pour les portes, selon des surfaces extrêmement grandes relativement à sa très-minime épaisseur; de là proviennent sans contredit ces effets immanquables de contraction et d'extension, toujours subordonnés aux diverses révolutions de l'atmosphère.

Devant tant de perfectionnements apportés dans les autres parties de l'art de bâtir, cette branche de la construction ne pouvait rester en arrière; on a donc songé avec raison à substituer le *métal* au *bois*, et ainsi, à employer la *tôle* pour la confection des croisées et de certaines portes.

Parmi les premières, personne n'ignore combien sont préférables à ceux en *bois* les châssis à tabatière et les lanternes d'escaliers en *tôle*, posés au niveau des combles. En effet, la projection inclinée des toitures assujettissant ces sortes de châssis à recevoir les eaux pluviales à peu près à plomb, il en résulte que ceux-ci, lorsqu'ils sont en *bois*, s'en trouvent presque immédiatement imprégnés, et, subissant par contrecoup l'action des rayons solaires, se disloquent d'abord et finissent ensuite par se pourrir en très-peu de temps. Mais, y a-t-il quelque chose de semblable à craindre, lorsque ces mêmes châssis sont en *tôle*, sinon aussi en *fonte*? C'est ce que nous allons examiner, et il nous sera facile d'expliquer pourquoi nous préférons les châssis en métal à ceux en *bois* dont il vient d'être fait mention.

En effet, la *tôle* et la *fonte* (car on se sert indistinc-

(1) Selon *Buffon*, le bois de chêne doit toujours être employé quand il est moyennement sec, c'est-à-dire lorsqu'il n'a encore perdu que le *sixième* de son poids; il doit peser dans cet état de 30 kil. à 31^{k},50 les 0^{m},03428 ou le pied cube.

lement de l'un ou de l'autre de ces deux métaux pour la construction de ces sortes de châssis) présentent une tout autre résistance que le *bois*, celui-ci serait-il de l'échantillon le plus dur et le moins susceptible de se décomposer par les causes que nous avons développées plus haut, car l'extrême densité dont la *fonte* et la *tôle* sont douées s'oppose absolument à l'action périodiquement incisive des eaux pluviales, et aussi à celle corrosive et non moins préjudiciable de l'humidité, conséquence inévitable de ces sortes d'infiltrations : il faut cependant que ces surfaces métalliques soient préalablement recouvertes d'une couche d'oxyde de *plomb*, puis après, de deux autres couches de peinture à l'huile. Du reste, nous n'avons nul besoin d'insister davantage sur les motifs de cette préférence exclusivement basée sur l'expérience des faits, car cette découverte est encore une de celles dont la pratique est aujourd'hui généralement adoptée, bien qu'elle ne date encore que d'un petit nombre d'années.

Dans les premiers temps de la *construction*, on employait exclusivement le *fer* en large bandelette pour l'établissement des grands châssis destinés à recevoir ces superbes vitraux d'églises, dont la belle conservation fait encore aujourd'hui l'admiration des connaisseurs. Certes, c'était là une méthode sagement raisonnée et qui assurait à tous ces chefs-d'œuvre une existence indéterminément durable ; mais elle comportait aussi en elle le défaut bien senti de séparer par de longues lignes noires les parties souvent les plus intéressantes de ces peintures diaphanes, et de former ainsi un contraste on ne peut plus désagréable à l'œil.

Le procédé actuel est loin de présenter ce grave inconvénient ; tous les *meneaux*, soit en *tôle*, soit en *fonte*, qui composent ces grands châssis, se trouvant disposés de champ, ne sont que des lignes rares et infiniment déliées, qui, si elles divisent en plusieurs compartiments l'ensemble d'un sujet, laissent au moins à l'observateur la faculté de pouvoir raccorder, dans la pensée et sans beaucoup d'efforts, toutes les parties de ce même ensemble.

Si, depuis un temps immémorial, on fait usage de la *tôle* pour doubler les portes de sûreté et les vantaux de certaines devantures de boutiques, on en fait actuellement une application non moins heureuse, comme volets de fermeture, en éliminant tout emploi de *bois* de menuiserie.

Cette ingénieuse invention, qui n'est guère connue que depuis l'exposition des produits de l'industrie française en 1839, a été favorablement accueillie par le jury, qui a jugé son auteur digne de récompense. Voici, à ce sujet, comment s'exprime M. *Amédée Durand*, l'un des rapporteurs de la troisième commission :

« Les volets en *fer* pour les devantures de boutiques, » combinés et construits par M. *Melzessard*, constituent une invention qui, employée avec discernement, pourra rendre de grands services.

» Si les points d'attache ne sont pas trop éloignés » les uns des autres, si ces points sont pourvus de » toute la solidité désirable, et non pas pris sur les » petits bois du vitrage, on pourra se croire suffisamment défendu par l'emploi de ces volets.

» Les avantages qu'ils présentent en économie de » temps, en facilité de manœuvre, sont appréciés par » le jury, qui se plaît à accorder une *médaille de* » *bronze* à M. *Melzessard*. »

L'industriel qui, le premier, a appliqué la *tôle* à la confection des châssis de croisées, est M. *Leiris*, dont les modèles, soit comme moulures, soit comme châssis de combles, sont représentés dans la *planche* 53e.

Depuis, éveillés sans doute par l'accueil favorable que les architectes ont fait tout d'abord à ce nouveau mode de fabrication, d'autres fabricants ont cherché divers moyens de le perfectionner, et aujourd'hui, cette industrie est en voie d'accroissement très-notable.

Plusieurs entrepreneurs de serrurerie, et entre autres M. *Travers*, confectionnent dans leurs ateliers toutes sortes de châssis en *tôle* ; ce dernier même les établit par le procédé que voici, et qui est extrêmement simple :

Un long mandrin en *fer*, figurant telle ou telle moulure arbitraire, et préalablement recouvert de la bande de *tôle* qui doit épouser sa forme, voyage en *va et vient* sur un coursier, et passe ainsi à travers une ou plusieurs filières qui, par l'effet de serrage, chantournent la bande de *tôle* selon le profil donné par le mandrin. Coupées ensuite selon différentes longueurs, toutes ces espèces de *meneaux* s'assemblent les uns avec les autres à l'aide de petits rivets, et constituent des croisées en tout semblables à celles que font les menuisiers (1).

Si la *tôle* n'a rien perdu de sa vogue justement acquise quant à sa substitution au *bois* dans certains menus ouvrages de la menuiserie, nous devons dire cependant que la *fonte* la remplace presque généralement aujourd'hui, dans l'établissement des lanternes d'escaliers, adaptées sur les combles.

Certes, on comprendra sans peine la portée de cette prédilection, car la *fonte* possède une tout autre vertu de résistance et de durée que la *tôle* ; mais, d'un autre côté, on ne doit pas se dissimuler que l'usage de celle-ci a amené l'introduction de l'autre dans une des branches les plus détaillées de la *construction*.

Disons en passant que l'emploi généralement adopté de la *fonte* pour bandes de châssis de comble, procure à l'usine de *Fourchambault* (Nièvre) un très-grand écoulement de produits.

Planche 53e. — Cette planche traite de différents

(1) Cette invention a valu une mention honorable à M. *Travers* à l'exposition de 1834.

détails relatifs aux diverses applications de la *tôle*, qui font l'objet de ce chapitre.

La figure 1 indique plusieurs profils de moulures en *tôle*, susceptibles d'être appliqués à toutes sortes de croisées.

Le modèle A, pour châssis à pan droit, se paye 3 fr. le mètre linéaire, fourni mais non posé (1).

Celui B, pour châssis *idem*, se paye 3fr.75 le mètre linéaire, *idem*.

Les modèles CC, pour châssis courbe avec retour, se payent 4fr.50 le mètre linéaire, *idem*.

Le modèle D, qui fait voir le vitrage mis en place avec ses nervures en mastic, se paye 5fr.25 le mètre linéaire, *idem*.

Dans la figure 2, est représenté en plan et en élévation un petit lanternon, destiné à éclairer les dépendances d'une maison ou d'un grand appartement.

Les fig. 3, 4 et 5 indiquent, l'une le plan, et les deux autres, les élévations d'une portion de comble établie en *tôle* chantournée suivant les profils A et B de la fig. 1.

La figure 6 donne les détails d'ajustements de cette partie de comble.

(1) La pose se paye selon la place et le temps qu'on y passe.

A est la partie formant égout.

B, l'arêtier avec panne et chevrons d'empanons.

C, l'assemblage du faîtage avec les arêtiers et les chevrons formant arbalétriers.

D est un profil faisant voir l'assemblage de deux chevrons-arbalétriers, et formant faîtage.

Dans la figure 7, est représenté, en développement, un châssis à tabatière, en *tôle*; la valeur du mètre courant selon le pourtour de ce châssis, à crémaillère et à armature à poulie, se mesurant du milieu au milieu de la largeur, est de 9 fr.

Les figures 8, 9 et 10 indiquent deux croisées de styles différents d'architecture et une archivolte gothique, qui donnent l'exacte idée des ressources que l'on peut tirer de la *tôle* au point de vue de la décoration et de l'ornement.

Ce qui doit surtout frapper le plus l'attention, c'est que ces diverses applications de la *tôle* ont donné aux architectes la latitude de faire exécuter aujourd'hui des croisées d'un style très-riche, sans se trouver arrêtés de prime abord par les dépenses excessives commandées par l'art de la sculpture lorsqu'il s'agit d'avoir recours à l'emploi de matériaux de nature peu propre à obéir aux exigences de cet art.

TITRE VII.

DES APPLICATIONS VARIÉES DU FER ET DE LA FONTE

DANS LA CONSTRUCTION DES PONTS FIXES ET SUSPENDUS,

DANS CELLES DES ÉCLUSES, DES CHEMINS DE FER ET DES DIGUES A LA MER, ETC.

CHAPITRE PREMIER.

DES PONTS FIXES.

Si, depuis un temps déjà très-reculé, la construction des *ponts*, celles des *écluses*, des *chemins* de *fer*, et tant d'autres systèmes qui ont pour objet les établissements de *routes* et de *digues*, ainsi que les travaux relatifs aux besoins de la navigation, appartiennent exclusivement à la science de *l'ingénieur* (1) et non à celle de *l'architecte*, il ne faut pas, pour cela, en conclure que celui-ci doive rester étranger à aucune des notions de cette savante partie de l'art de bâtir.

Appelé, par des études qui n'ont aucun terme, à se familiariser avec les mille et un détails qui constituent l'art de *l'architecture* dans toute l'étendue du mot, *l'architecte*, en vertu de son double type d'artiste et de constructeur, a donc cette double tâche à remplir: de savoir allier à son talent de décorateur et d'homme habile à affecter, soit aux monuments et aux édifices publics, soit aux maisons particulières, les destinations qui leur appartiennent, l'avantage non moins réel de posséder des connaissances approfondies sur tous les systèmes de construction en général, quels que soient d'ailleurs leurs différents genres et les diverses dénominations qu'on est convenu de leur donner (1).

Notre opinion est donc: qu'on ne saurait être véritablement *architecte*, si l'on ne possède par devers soi les bases les plus importantes de l'instruction de *l'ingénieur*, mais que, d'un autre côté, nul ne doit s'arroger ce dernier titre sans en comprendre la valeur, la portée et les obligations.

En effet, depuis plusieurs années, beaucoup de personnes en France se donnent facilement cette dénomination, que quelques-uns ont justifiée, mais qui est déplacée chez quelques autres.

Du reste, ce que nous disons ici pour *l'architecte* doit s'appliquer également à *l'ingénieur*; car lui aussi, dans la plupart de ces constructions, est tenu à l'observation des saines règles d'une architecture souvent sans doute simple et sévère, mais qui, malgré cette même simplicité, ne doit pas admettre plus de *laisser aller* que celle d'un ordre supérieur.

Depuis TROPHONIUS et AGAMÈDES, qui furent les premiers architectes grecs dont on ait connaissance,

(1) L'institution des ingénieurs des *ponts et chaussées* date du règne de Henri IV, c'est-à-dire du XVI^e^ siècle.

(1) On distingue quatre sortes d'architecture : *civile*, *militaire*, *navale* et *hydraulique*.

L'art de l'ingénieur des ponts et chaussées appartient à l'architecture *civile*. Dans notre Traité pratique de l'*art de la maçonnerie* nous traiterons aussi de l'*architecture militaire* et de celle *hydraulique*.

et depuis les premiers temps de Rome jusqu'au XVI^e^ siècle, on ne faisait aucune distinction entre *l'ingénieur* et *l'architecte;* la réunion des qualités et des connaissances les plus étendues qu'exigeaient les fonctions de ce dernier, embrassait l'exécution de toutes les grandes choses que nous retrouvons dans l'histoire de l'antiquité. Ainsi *Rome* compte jusqu'à huit *ponts* qui furent tous bâtis par les architectes de ce temps. Dans le commencement du XV^e^ siècle (1), fut construit, à Paris, le *pont Notre-Dame*, par *Frà Giocondo* de Vérone, aussi habile architecte que littérateur éclairé et savant antiquaire.

Disons actuellement ce qu'on entend par le mot *pont*.

Si l'on définit un *pont* sous le rapport général de son emploi, c'est un chemin suspendu à l'aide de divers supports pour faire traverser une rivière, un canal, une étendue d'eau quelconque ou un fossé, un intervalle entre des terres ou des montagnes.

Si l'on définit un *pont* sous le point de vue particulier de son exécution, c'est un ouvrage de construction, fait de différentes matières, par des procédés divers, et dont l'effet est d'offrir un chemin sûr, solide et approprié aux convenances et aux besoins des temps, des lieux et des peuples.

Cette double définition fait connaître quelle multiplicité et quelle étendue de notions ce sujet embrasse, car il est peu de genres de construction, qui présentent un plus grand nombre de variétés dans leurs éléments, dans leurs matériaux et dans le système de leur emploi.

L'art de construire les *ponts* a avancé lentement comme les sciences exactes; les premiers *ponts* durent être de simples *radeaux* formés d'arbres couchés au bord des rivières, et d'autres arbres couchés en travers sur leur courant, puis couverts de fascines, de terre et de gazon. On comprend que cela ne put avoir lieu que sur de larges ruisseaux ou sur des rivières d'une modique largeur.

L'espèce de *pont* qui, dans l'ordre des premières entreprises, a dû succéder aux *radeaux*, consistait à assembler des bateaux liés entre eux dans le travers du courant d'une rivière. Cette manière de traverser les fleuves, toujours usitée dans les opérations militaires, s'est perpétuée jusqu'à nos jours au milieu de quelques grandes villes.

Vinrent ensuite les *ponts* de charpente, qui nous offrent le premier système de ce qu'on doit appeler *construction* en ce genre. D'abord, on dut se contenter de planter des pieux dans le terrain couvert par l'eau, et d'établir dessus, les travées ou plates-formes en bois épais qui devaient constituer le chemin.

Par la suite, et lorsqu'on eut trouvé l'expédient des *batardeaux* (2) pour construire au-dessous du courant, on bâtit des piles de maçonnerie qui servirent de supports aux bois de charpente, sur lesquels dut s'élever de plus d'une manière la plate-forme du chemin.

Rome, dès les premiers âges, fut obligée à d'assez grands travaux en ce genre sur le *Tibre*, fleuve dont le volume d'eau et les crues subites exigèrent, dans la suite, de fortes constructions. Il paraît, toutefois, que ses premiers *ponts* furent en *bois;* tel fut celui qui servit à joindre le Janicule au mont Aventin; on l'appela *Sublicius*, parce qu'il se posait sur des pieux et des poutres; sa charpente était assemblée sans *fers* ni chevilles pour qu'on pût la démonter en cas de besoin.

Lorsque l'art des voûtes fut devenu familier aux constructeurs, les *ponts* de charpente firent bientôt place à d'autres *ponts* beaucoup plus solides qu'on bâtit, soit en maçonnerie, soit en pierre de taille, et quelquefois en briques; et le premier, comme le plus naturel de tous ces systèmes de construction, fut celui des arches en voûte à plein cintre ou en demi-cercle régulier. C'est ainsi qu'ont été construits le *pont Neuf*, ceux *Saint-Michel* et de *Notre-Dame*, et le *pont Royal*, à *Paris;* mais plus tard, ce même système a été généralement remplacé par celui des voûtes à cintres surbaissés suivant différentes hauteurs de flèches; ces dernières ne présentent certainement pas autant de solidité que celles en plein cintre, mais elles sont beaucoup plus élégantes.

Parmi les modernes, les *Français* ont droit de revendiquer l'honneur d'avoir construit avec des pierres les *ponts* les plus hardis qui aient jamais été jetés par la main des hommes; mais on voit encore dans ces beaux monuments un reste de timidité, puisqu'il a fallu plusieurs arches pour traverser les fleuves. Vers le milieu du XVIII^e^ siècle, le célèbre architecte, ingénieur des ponts et chaussées, *Perronet*, construisit en France plusieurs *ponts* très-remarquables, et entre autres ceux d'*Orléans*, de *Mantes*, de *Sainte-Maxence* et de *Neuilly sur Seine*.

Les *Suisses* sont peut-être les premiers qui aient donné, dans la construction de leurs *ponts* en *bois*, l'idée de traverser d'un coup de très-grandes rivières, ainsi que les espaces immenses qui séparent certaines montagnes à travers lesquelles ils ont été obligés de se frayer des voies de communication; et on serait volontiers disposé à croire que les divers systèmes de *ponts* suspendus en fils de *fer*, dont l'usage est aujourd'hui très-fréquent, non-seulement en *France*, mais aussi dans presque toute l'Europe, dérivent de cette méthode aussi économique que bien raisonnée, et qui elle-même ne diffère de celle des *ponts* jetés par la main des sauvages dans les forêts vierges du *Brésil*, qu'en vertu de l'application d'une infinité de calculs et de combinaisons, fruits laborieux des progrès successifs de la science et de la civilisation.

Le siècle dernier, si fertile en inventions, s'est fait remarquer par la construction des *ponts* en *fer*. Le premier date de 61 ans, et appartient à l'*Angleterre;* il a été construit en 1779, à *Coalbrookdale*, sur la

(1) De 1500 à 1507.

(2) On appelait *batardeau* une enceinte qui renfermait deux ou trois piles, et qui était composée d'une suite de pieux battus dans le lit d'une rivière.

Saverne, et fabriqué en *fer* doux, sur les projets de *Abiah Darby*, par deux habiles maîtres de forges anglais, MM. *John Wilkinson* et *Abraham Darley*. Depuis cette époque, plusieurs artistes ont travaillé en divers endroits de l'Europe à former des projets de pareils *ponts*. Le fer avait ses adversaires; sa ductilité n'opposait pas la résistance nécessaire à la solidité qu'on recherchait dans ces sortes de constructions.

Payne vainquit cette difficulté en faisant couler des blocs de *fonte* qui, par leur incompressibilité, offraient la résistance convenable, et il fit en 1790 le premier essai d'une *ferme* de 27 mètres environ de rayon, exécutée à *Rotherham* en *Angleterre*.

En 1793, *Wilson* et *Burdon*, profitant des idées de *Payne*, firent construire à *Wearmouth*, à l'entrée du *Sunderland*, un *pont* d'une seule arche en *fonte* de *fer*, dont la pesanteur était quinze fois moindre que celle d'un *pont* de *pierre*. L'arche de ce *pont* est le segment d'un cercle dont l'ouverture est de $77^{m},88$. La hauteur à partir du niveau des basses eaux est de $19^{m},80$; et le sinus verse de $11^{m},22$; l'arc est très-surbaissé, et la hauteur, depuis la clef jusqu'à la rivière, est assez grande pour que des bâtiments de 2 à 300 tonneaux (1) puissent naviguer en dessous, à 17 mètres environ de chaque culée, avec autant de facilité qu'au centre où la hauteur est de 31 mètres à marée basse, sous clef, et où il y a toujours assez d'eau pour la navigation.

Un comité de la Chambre des Communes du parlement d'Angleterre adopta en l'an IX le projet de remplacer le vieux *pont* dit *le pont de Londres*, par un *pont* en *fer* fondu, d'une seule arche. Ce pont a été exécuté, et la hauteur de son arc est de $22^{m},45$ au-dessus des hautes eaux; son ouverture entre les culées est de 198 mètres ou 600 pieds.

Jusqu'à cette époque, les *ponts* de *fer* avaient consisté en une seule arcade d'une plus ou moins grande ouverture.

Bientôt, furent construits sur la Seine, à *Paris*, deux ponts de fer à plusieurs arches; l'un vis-à-vis le Louvre, appelé le *pont des Arts* (2); l'autre vis-à-vis le Jardin des Plantes, connu sous le nom de *pont d'Austerlitz* (3). Le premier, destiné uniquement au passage des gens de pied, est composé de neuf arches, chacune formée de cinq fermes en *fer* de $19^{m},63$ d'ouverture; sa longueur totale entre les culées est de 167 mètres, et sa largeur entre les balcons est de 10 mètres. Le second, plus solide et plus considérable, sert au roulage et au passage des voitures. Il a cinq arches, chacune de 33 mètres d'ouverture.

Deux *ponts* à plusieurs arches en *fer*, sur piliers de *pierre*, ont été depuis construits à *Londres*, sur la *Tamise*; et le dernier qu'on y a élevé semble avoir porté cette pratique au plus haut degré de force, de grandeur et de hardiesse qu'elle puisse atteindre.

Tout système de *ponts* voûtés, soit en *pierre*, soit en *charpente* ou en *fer*, repose sur cette donnée absolue : que les piliers en rivière qui supportent les arches doivent toujours être érigés en *pierre* ou à l'aide d'autres corps calcaires de résistance analogue à celle-ci, car les piliers sont, sans contredit, les parties de construction, qui sont les seules exposées à l'effort continuel des eaux et aux chocs multipliés des glaces dans les saisons d'hiver. C'est pourquoi, comme il ne suffit pas, quand il s'agit de construire un *pont* en *fer* ou en *fonte*, de s'attacher exclusivement à mettre en pratique la méthode la plus ingénieuse, quand il s'agit de combiner un système d'arches selon les propriétés les plus avantageuses de ces deux métaux, mais aussi de bien faire coïncider de résistance les points d'assiette de ces sortes de voûtes métalliques, nous ne négligerons pas de traiter de la construction des *culées* et des *piliers* d'arches de *ponts* dans le *Traité pratique de l'art de la maçonnerie* que nous nous proposons de publier plus tard.

PONT BIAIS EN FONTE DE FER, A SAINT-PÉTERSBOURG.

PLANCHE 54e. — L'arche unique de ce pont biais, dont l'ouverture est de 20 mètres et la largeur de 15 mètres, est construite à l'aide de caissons *a* en *fonte* de *fer* disposés en damier et retenus les uns aux autres par des boulons de serrage qui opèrent leurs efforts de pression sur les côtés saillants ou nervures de rebord de chacun de ces mêmes caissons; toutefois, sur les deux côtés, c'est-à-dire en amont et en aval de la rivière, cette voûte métallique est flanquée de deux grands arcs *b* en *fonte* d'un seul morceau, qui ont pour office de s'opposer à toute tendance à désunion dans les éléments de cette même voûte dans le sens de sa largeur.

Une double balustrade *c*, également en *fonte* et à palmettes, d'un style très-riche, forme le couronnement de cette arche et est terminée à chacune de ses extrémités par un candélabre *d* aussi en *fonte*, reposant sur un piédestal de même métal.

A l'intérieur, la circulation des piétons est garantie par deux trottoirs dont l'accès est défendu par des garde-corps en *fer e*, supportés, de distance en distance, par de petits piédestaux *c* en *fonte*.

La partie du tablier qui forme chaussée pour le passage des voitures, est établie en pavés de *bois g* en forme de prismes, qui, posés debout (1), opposent une résistance éprouvée à la pression des roues et à celle des pieds des chevaux.

(1) En termes de marine, un *tonneau* signifie un poids de 1,000 kilogrammes.

(2) Le pont des Arts date de 1803, et a été exécuté par MM. *de Cessart* et *Dillon*.

(3) Le pont d'Austerlitz a été construit par M. *Lamandé*, de 1800 à 1806.

(1) Depuis longtemps cette méthode a déjà été pratiquée en France avec beaucoup de succès, et notamment dans une des cours du château royal de *Fontainebleau*.

Oxford-street, une des rues les plus fréquentées de *Londres*, a été pavée en bois il y a à peu près un an; ce pavage présente un plan parfaitement horizontal, et consiste en pieux de chêne de $0^{m},60$ de longueur, dont les

Tout ce système de *pont* est porté sur deux culées *h h*, qui elles-mêmes reposent sur un radier en pilotis *k*, dont les parties vues sont en forte *pierre* de taille, et l'intérieur *i*, en maçonnerie hourdée en mortier hydraulique.

Cette construction aussi élégante qu'ingénieuse a été faite dans le courant de l'année 1836.

PONT EN FONTE, DIT DU CARROUSEL, A PARIS.

Si la sanction du temps, si l'expérience et l'étude ont apporté des modifications aussi importantes que variées dans l'art d'ériger les *ponts* en *pierre*, elles ont étendu d'une manière non moins remarquable le domaine de l'application du *fer* et de la *fonte* à la construction de ces sortes d'ouvrages. Comme chacun sait, les premiers *ponts* qui aient été faits en métal consistent en des arcs en *fonte pleine*, d'un seul ou de plusieurs morceaux, selon la plus ou moins grande ouverture des arches qu'ils étaient appelés à former; tels sont les *ponts* d'Austerlitz et des Arts en France, ceux de Southwark, de Wearmouth, de Coalbrookdale et de Builwash, en Angleterre, ainsi que le pont de Laasan en Silésie.

Cependant, en présence des résultats favorables obtenus par cette nouvelle méthode, la science de l'ingénieur, plus éclairée sur les propriétés infiniment résistantes de la *fonte* et du *fer*, s'est lancée dans une voie d'innovations qui ont engendré plusieurs systèmes de *ponts* dans la construction desquels la *fonte*, principalement, se trouve employée selon des données toutes différentes de celles qui ont présidé à l'établissement de nos premiers *ponts* métalliques.

En effet, le *pont* du Carrousel présente un système d'application de *fonte* tout particulier, en ce sens que ses arcs, bien que plus surbaissés que ceux en *fonte pleine* dont nous venons de parler, sont composés de deux demi-cylindres renfermant une âme en bois de sapin, et réunis l'un à l'autre, de distance en distance, par des boulons au droit de leur haute et basse nervure ou collet.

Quoique composés de deux éléments de nature différente, chacune de ces grandes courbes, par le fait de la réunion absolue de ceux-ci, n'en forme pas moins un *tout* d'une résistance bien supérieure à celle qu'elle aurait eue dans l'hypothèse d'absence de l'âme en sapin dans le vide formé par la réunion des demi-cylindres, système que, cependant, nous regardons déjà comme un notable perfectionnement apporté dans la construction des *ponts* métalliques.

Après tout, il sera facile de comprendre que le contact immédiat qui existe entre l'âme en bois et les parois intérieures de l'enveloppe en métal qui l'emprisonne, doit sensiblement atténuer les effets, tantôt successifs et tantôt simultanés, de dilatations et de vibrations, auxquels sont exclusivement assujetties les constructions de cette espèce.

En effet, *sous le rapport de la dilatation*, l'âme en bois remplissant exactement le vide de chaque cylindre, il s'ensuit que les rayons solaires, tout en imprimant un degré de calorique plus ou moins intense sur les parois de l'enveloppe en *fonte* exposées à leur action, et en les pénétrant même, viennent s'arrêter sur un corps assez dense pour les empêcher d'exercer la moindre influence sur les parois environnantes qui ne sont pas exposées à leur action.

Sous le rapport de la vibration, cette même âme en bois remplissant exactement le vide de chaque cylindre, il s'ensuit que les diverses sommes de pression produites par l'action d'un corps mobile quelconque à la surface du *pont*, et qui viennent successivement s'arrêter sur les arcs, bases d'établissement de tout le système, perdent essentiellement de leur effet d'extensibilité, en s'amortissant périodiquement sur un corps dur, il est vrai, mais assez poreux pour les absorber.

Disons aussi que, d'un autre côté, cette âme en bois présente un obstacle éprouvé à cette double tendance à fouettement et à fléchissement qu'auraient eue nécessairement des arcs à si grande ouverture, s'ils eussent été privés d'un tel noyau, qui cependant est, par sa nature, assez élastique pour ne pas s'opposer absolument aux effets d'extension et de contraction inhérents aux propriétés de la *fonte*.

Les anneaux de divers diamètres, en *fonte*, qui remplissent les assouchements de chaque arche, reposent d'un côté, sur l'arc, et portent, de l'autre, sur leur axe supérieur, la longue sablière, ou longrine de couronnement, recevant le plancher du *pont*.

Il existe, selon nous, dans cette partie du système, une combinaison fort remarquable qui vient à l'appui de ce que nous venons de dire touchant les fréquents effets de vibration auxquels ce *pont* se trouve assujetti par le fait de son incessant service, combinaison qui justifie aussi le raisonnement que nous avons précédemment tenu sur ce principe fondamental de l'art de bâtir : la *décomposition des forces*, mot abstrait, il est vrai, mais qui résume en lui la durée indéfinie d'une construction quelconque.

On conçoit que les parties de construction composant le tablier ou plancher de ce *pont*, et qui re-

deux bouts offrent chacun une surface de 0m,225 à 0m,250 carrés; ces pieux, placés perpendiculairement, reposent sur une couche de sable et de chaux; ils sont recouverts d'un mélange des mêmes matières, qui remplit tous les interstices de leur surface supérieure; on les enfonce dans le sol à l'aide d'un *mouton*.

Sur le pavage d'*Oxford-street* ont passé *journellement* depuis quelques mois, sans qu'il ait subi la moindre altération, *soixante-dix mille* voitures pesant de 200 à 500 kilogrammes chacune, et plus de *douze mille* chevaux. La facilité du roulement y est aussi grande que sur les chemins de fer, de sorte qu'un seul cheval peut y traîner une voiture que quatre chevaux avaient de la peine à faire mouvoir sur un pavé de grès ou de cailloux. La marche des voitures ne cause aucun bruit.

Dans les maisons, on emploie généralement aussi ces prismes en bois pour le pavage des entrées à voitures; et l'on évite ainsi tout effet de répercussion des rayons sonores que produisent toujours sur les pavés en grès, et le roulement des voitures, et les chocs répétés des pieds des chevaux.

çoivent immédiatement ainsi les puissances variées de pression simultanément produites par la circulation des gens de pied et des transports de toute nature, les déversent, dans un laps de temps proportionnel aux carrés des vitesses de mouvements données par ces divers corps mobiles, sur chacun des axes de ces anneaux de support, points de départ du parcours des rayons de vibration qui convergent périodiquement sur la zone supérieure de ces cercles; ceux-ci perdent donc essentiellement de leur effet en passant par les mandrins qui lient entre eux ces anneaux désormais solidaires les uns des autres, et cela, avant d'arriver au point où ces mêmes cercles sont en contact avec le grand arc: il s'ensuit donc que les diverses commotions produites à la surface ou sur le plancher de ce nouveau système de *pont*, ont déjà beaucoup perdu de leur action inflictive, avant qu'il leur soit donné de correspondre avec l'arc, soutien principal de tout le système; d'où l'on doit naturellement conclure que ces anneaux de support qui, aux yeux de certaines personnes (1), sont plutôt considérés comme ornements que comme parties essentiellement importantes de ce *pont modèle*, constituent, avec les arcs qui les supportent, une méthode d'autant plus digne d'être suivie qu'elle est susceptible de s'appliquer non-seulement à la construction des *ponts*, mais aussi à tout système qui embrasse l'exécution d'ouvrages importants et à grandes portées, où l'emploi exactement raisonné de la *fonte* peut jouer le plus grand rôle.

En cela, comme en d'autres découvertes qui, dans leurs différents genres, ont aussi leur mérite, l'ingénieur *Polonceau* a acquis des titres incontestables à la reconnaissance de tous les constructeurs (2).

Chaque arche se compose, dans la longueur du *pont*, de cinq grands arcs surbaissés, qui sont reliés entre eux par plusieurs rangs d'entretoises en *fonte*, placés à distances égales dans tout le parcours de ces courbes; ces derniers sont autant de pannes qui en s'opposant par leur tension horizontale, à toute tendance d'écartement et de déviation de la part de ces mêmes courbes, entretiennent dans l'ensemble du système de supports une force d'inertie à laquelle concourent puissamment les anneaux ainsi que les éléments du plancher, et qui n'est que légèrement troublée par les effets de vibration dus à la circulation incessante des voitures, mais jamais à celle des piétons.

S'il nous fallait analyser ici les détails sans nombre et les combinaisons toutes nouvelles qui entrent dans la construction de ce *pont*, et dotent aujourd'hui la capitale d'un monument de plus, ce serait nous imposer l'obligation de consacrer un livre tout entier à la description de cette belle œuvre; nous nous bornerons donc à en exposer les parties les plus saillantes dans les *planches* 55 et 56.

Toutefois, nous ne saurions trop engager ceux de nos lecteurs qui désireraient connaître à fond toutes les particularités de ce nouveau système, à étudier le savant ouvrage (1) que l'ingénieur *Polonceau* a publié en 1839, et dans lequel il développe la série des idées qui l'ont conduit à créer le système dont ce *pont* est la première application (2), et où il reproduit tous les détails d'ajustements qui sont entrés dans la construction de son monument.

Planche 55. — La *fig.* 1 indique l'élévation géométrale de ce pont, dont l'ouverture totale entre les culées est de 151 mètres, divisée en trois arches ayant chacune $47^{m},67$ de débouché entre les piles de retombée, qui ont 4 mètres d'épaisseur. La flèche, déterminée par la hauteur des arcs à la clef, est de $4^{m},90$.

Dans la *fig.* 2, sont représentées, la projection de la quatrième partie des arcs développés et celle de leurs entretoises. AAA sont les entretoises obliques à quatre côtes saillantes, toutes appliquées sur les collets supérieurs des arcs. Les lignes ponctuées des deux côtés des collets des arcs indiquent les emplacements d'appui ou anneaux des tympans.

BB, les entretoises droites en cylindres creux, appliquées aux collets supérieurs.

CC, les entretoises droites appliquées aux collets inférieurs.

FF sont des tirants en *fer* forgé, taraudés, traversant les collets des arcs, serrés avec des écrous, et servant à empêcher l'écartement des arcs et à faire serrer toutes les entretoises qui s'opposent à leur rapprochement.

Les *fig.* 3 et 4 indiquent en plan et en élévation une moitié de chaque entretoise oblique. GG sont les joues de chapes qui en forment les deux têtes.

Les *fig.* 5, 6, 7 et 8 donnent les différentes coupes de chacune de ces entretoises obliques, prises sur leurs sections principales de renflements.

Dans les *fig.* 9 et 10, sont représentées en plan et en élévation les semelles qui s'appliquent contre les collets des arcs.

HH sont les tenons saillants des semelles, lesquels entrent dans les chapes des têtes d'entretoises.

(1) Nous sommes autorisé à parler ainsi d'après diverses réflexions que nous avons entendu faire à ce sujet.

(2) C'est à M. *Émile Martin* qu'on doit toutes les fontes de ce beau pont.

(1) Notice sur le nouveau système de ponts en *fonte* suivi dans la construction du pont du Carrousel, par *A.-R. Polonceau*, officier de la Légion-d'Honneur, inspecteur-divisionnaire des ponts et chaussées (1 volume grand in-4°, avec un atlas composé de 13 planches).

Carilian-Gœury et V. Dalmont, éditeurs. 1839.

(2) Un *pont* en *fonte* de trois arches vient d'être construit dans ce système à *Angers* par MM. *Chalay*, le célèbre auteur du *pont de Schaffhouse*, et *Bordillon*. Deux projets de ponts en *fonte* du même genre ont été récemment approuvés par M. le directeur général des ponts et chaussées, pour le département du Bas-Rhin, et MM. *A.* et *E. Dietrich*, propriétaires de la belle fonderie de *Reischoffen* (Bas-Rhin), qui doivent les exécuter, se proposent d'en faire établir plusieurs autres dans les départements voisins.

(Note de M. *Polonceau.*)

KK est la plate-forme de la semelle qui s'applique contre les collets des arcs.

Les *fig.* 11, 12 et 13 indiquent en plan et en élévation une des entretoises droites.

DD sont les deux collets.

EE les semelles de ces entretoises.

FF les tirants en fer forgé décrits à la *fig.* 2.

II sont les cannelures ménagées dans les semelles de ces dernières entretoises, destinées à loger les coins qui servent à les serrer en place.

La *fig.* 14 est la vue perspective d'une portion de ferme du *pont* indiquant le mode d'enfourchement des anneaux sur les arcs.

LL sont les renflements supérieurs formant les épaulements sur lesquels portent les lames RR des anneaux d'assouchements.

MM sont les collets supérieurs des arcs.

NN les collets inférieurs.

OO les bandes de renforcement des joints pour les arcs de rive seulement.

PPP les âmes en bois de pin du Nord, goudronnées, superposées et fortement boulonnées.

RR sont les lames des anneaux faisant assouchements.

S la gorge de ces anneaux.

TT sont les liens ou brides d'écartement servant de butées mutuelles à ces anneaux.

U les boulons traversant les liens et les gorges de ces anneaux.

XX bobines à rosettes pour le calage des anneaux d'assouchements.

YY sont des plates-bandes de fer enroulant les bobines XX, et passant sous les lames des anneaux dans la partie qui porte sur les épaulements des arcs.

La *planche* 56 se compose de détails relatifs à la construction des grands arcs en *fonte* formant cylindre, et à celle des âmes en pin du Nord que ceux-ci emprisonnent.

La *fig.* 1 indique la projection verticale d'une portion d'arc et de son âme en bois, et la *fig.* 2, la projection horizontale de cette même portion d'arc.

Dans la *fig.* 3 est représentée la projection verticale d'une face de joint dans des sections d'arc, et la *fig.* 4 est la coupe suivant AB, de cette même portion d'arc, faisant voir la superposition des neuf couches de bois composant les âmes.

La *fig.* 5 indique la portée à cheval des anneaux d'assouchements sur l'arc.

La *fig.* 6 indique la position des bobines de calage amarrées l'une à l'autre par une bride horizontale VV.

La *fig.* 7 donne la projection verticale de l'embase et naissance d'un arc, là où il bute sur un des côtés des piles en *pierre*.

La *fig.* 8 est le plan de l'embase et de la plaque d'appui, et la *fig.* 9 est la coupe suivant AB de ce même plan.

La *fig.* 10 représente à son tour la coupe de l'embase et de la plaque *fig.* 8, suivant la coupe CD de ce même plan.

La *fig.* 11 indique la projection des segments de naissance sur un plan parallèle à l'axe, et perpendiculaire aux plans de joints.

La *fig.* 12 est la projection de la face d'application contre l'embase, sur un plan perpendiculaire à l'axe de l'arc.

EXPLICATION DE CES DOUZE FIGURES.

CC coins de calage verticaux, logés dans les deux collets supérieurs de deux segments contigus, et logements de ces coins dans les collets.

DD coins de calage verticaux du milieu ou de ventre, couverts et maintenus par le bouton saillant K, et logements de ces coins.

E coins de calage verticaux logés entre les collets inférieurs, et logements de ces coins.

FG boulon de serrement des âmes en bois, PPP, renfermées dans l'intérieur des arcs.

HI trous des boulons dans les collets.

LL renflements supérieurs formant les épaulements sur lesquels portent les lames RR ou anneaux d'assouchements.

KK plaque en *fonte* sur laquelle se pose l'embase.

II nervure elliptique saillante sur la plaque de l'embase pour la maintenir en place et en augmenter la surface de portée.

LL base elliptique de l'embase.

MM coussinets d'appui.

NO coussinets de segments de naissance.

PP trous à jour dans la plaque pour en faciliter la pose.

QQ gorges d'emboîtement des segments de naissance.

Nota. Toutes les lettres indicatives portées aux différents détails de cette *planche* 56, et dont il n'est donné ici aucune explication, sont correspondantes à celles de la *planche* 55, dont la description a déjà été faite.

Bien qu'en empruntant au savant ouvrage de M. *Polonceau* quelques-uns des principaux détails de ce nouveau système de construction, et en nous appuyant des descriptions qu'en a données cet habile ingénieur, nous nous soyons efforcé de faire ressortir autant que possible et le mérite incontestable de cette belle conception, et celui non moins vrai de l'exécution de ce *pont* auquel personne ne refusera le nom de monument, nous ne nous empresserons pas moins de prévenir nos lecteurs que ces détails ne sont que très-imparfaits, et qu'on ne pourra bien s'identifier avec toutes les combinaisons qui ont présidé à la création de ce beau travail qu'en consultant l'intéressant ouvrage traité sans aucune *formule*, et, par conséquent, d'une manière toute pratique, par M. *Po-*

onceau, qui a su le mettre ainsi à la portée de tous les constructeurs, quelles que soient les différentes sphères qu'ils occupent dans l'art de bâtir.

Le poids des *fontes* et des *fers* d'une arche du pont du Carrousel étant de. . . . . 256,000 k.
Et celui de son plancher avec ses trottoirs et sa chaussée, de. 290,000

Il s'ensuit que le poids total d'une arche sera de. 546,000

Le poids total de trois arches s'élève donc à. 1,638,000

Dont, en *fonte*. . .	768,000 k.
Dont, en *fer*	53,000
A reporter. . .	821,000

Report.	821,000 k.
Et en charpente pour trottoirs et chaussée. .	817,000
Total comme ci-dessus.	1,638,000

La dépense totale de ce pont s'est élevée à la somme de 830,000 fr. sans ses abords, et avec ses abords à celle de 900,000 fr., non compris toutefois les 80,000 fr. que le concessionnaire, conformément à une clause du cahier des charges, a été tenu de remettre à l'administration, pour faire exécuter elle-même les ornements de ce *pont*, comme elle le jugerait convenable.

Ce qui, en définitive, porte la dépense totale de la construction du *pont du Carrousel*, à la somme de de 980,000 francs.

CHAPITRE II.

DES PONTS SUSPENDUS.

Ce nouveau système de *ponts* consiste à suspendre les tabliers ou travées au lieu de les faire poser sur des piles, palées (1) ou autres points d'appui. On obtient cette suspension à l'aide de chaînes en barres de *fer* ou de câbles en *fil de fer*, tendus d'une rive à l'autre, et décrivant des courbes dont la forme varie, selon que le *pont* est composé d'une ou de plusieurs travées, selon que les points de suspension sont plus ou moins élevés; à ces chaînes sont suspendues des tiges verticales en *fer*, également espacées entre elles, et dont l'extrémité inférieure est solidement fixée au tablier de charpente, qui se trouve lui-même suspendu aux chaînes.

Avant l'introduction de ce système tel qu'il est maintenant adopté, il existait en France quelques *ponts* établis sur des chaînes de *fer* ou câbles de *chanvre* fortement tendus. On en trouve aussi des exemples chez des peuples à demi civilisés; mais ces *ponts*, d'un usage fort restreint, par la petitesse de leurs dimensions, et fort incommodes à raison de leur grande élasticité, ne peuvent se comparer aux nouveaux *ponts* suspendus.

Les avantages du nouveau système sont de pouvoir établir des tabliers ou travées d'une très-grande longueur, et conséquemment d'éviter la construction toujours dispendieuse d'un grand nombre de piles ou palées. Il en résulte un plus libre écoulement des eaux, une voie plus large pour la navigation, et moins de danger lors des débâcles des glaces. La construction de ces *ponts* est proportionnellement moins dispendieuse que celle des *ponts* ordinaires, et leur exécution est plus prompte. Cette économie relative est remarquable, surtout quand on ne leur donne qu'une seule voie pour le passage des voitures. Elle est moindre lorsque, à raison d'une grande fréquentation, on est obligé de donner deux voies. Elle disparaîtrait totalement si l'on voulait leur donner la même largeur entre les têtes qu'à la plupart des anciens grands *ponts* de maçonnerie ou de charpente.

Les inconvénients de ce mode de construction sont d'offrir généralement des voies étroites, et de faire reposer la sécurité des passants sur la bonne qualité du *fer*, toujours si difficile à constater. La rupture d'une barre ou d'un boulon peut, en reportant la charge sur d'autres points, provoquer successivement d'autres ruptures, et préparer ainsi la ruine entière du *pont*. C'est pourquoi l'administration ne permet l'usage d'un *pont* suspendu qu'après l'avoir soumis à l'épreuve rigoureuse d'un chargement déterminé.

L'adoption des *ponts* suspendus se propage avec une rapidité extraordinaire. Ils sont ordinairement entrepris par des spéculateurs, moyennant un péage presque toujours égal à celui des *bacs* qu'ils sont destinés à remplacer, de sorte que les habitants, sans augmentation de droits, trouvent l'immense avantage d'un passage assuré en tout temps, et exempt de tous les inconvénients attachés au service des *bacs*. Aussi, partout où le *bac* est d'un fort produit, la population et les autorités locales sont d'accord avec les spéculateurs pour solliciter le remplacement du *bac* par un *pont* suspendu. Il est vrai que le gouvernement y perd les produits des fermages du *bac*, mais il en est amplement dédommagé par l'accroissement de prospérité générale provenant d'une plus grande facilité de communication.

(1) C'est le nom qu'on donne aux supports des *ponts* de bois, quand les supports ou points d'appui sont construits en charpente. Ils tiennent lieu de piles en maçonnerie.

Le remplacement d'un *bac* par un *pont* suspendu ne peut s'opérer qu'en vertu d'une ordonnance royale. Ces ordonnances sont toutes rédigées dans la même forme, sauf de très-légères exceptions motivées par des circonstances de localités (1).

Dans la première partie de son ouvrage (2), l'ingénieur *Navier* donne ainsi la description des *ponts* suspendus.

« Les récits des voyageurs ont fait connaître depuis » longtemps les *ponts* de cordes, dont l'usage existait » dans plusieurs contrées de l'Amérique méridionale » avant l'arrivée des Européens. Le *pont* de Pénipé, » sur lequel M. Alexandre de *Humboldt* a traversé la » rivière de Chambo, dans le mois de juin 1802, et » qu'il a décrit dans le bel ouvrage intitulé : *Vues* » *des Cordilières, et monuments des peuples indigènes* » *de l'Amérique*, est formé par des cordes de $0^m,01$ de » diamètre, faites avec les parties fibreuses des racines » de l'*agave americana*; la longueur est de 40 mètres, » et la largeur d'environ $2^m,05$. Les cordes princi- » pales sont recouvertes transversalement de petites » pièces cylindriques de bambou; elles sont attachées, » des deux côtés du rivage, à une charpente grossière » composée de plusieurs troncs de *schinus molle*.

» Il existe d'autres *ponts* construits de la même » manière, dont les dimensions sont beaucoup plus » considérables. Ces *ponts* sont très-utiles dans un » pays montueux, où la profondeur des crevasses et » l'impétuosité des torrents s'opposent à la construc- » tion des piles. C'est par un *pont* de ce genre, d'une » longueur extraordinaire, et sur lequel les voya- » geurs peuvent passer avec des mulets de charge, » que l'on est parvenu depuis quelques années à éta- » blir une communication entre les villes de *Quito* et » de *Lima*, après avoir dépensé inutilement un mil- » lion de francs pour construire près de *Santa* un *pont* » de pierres sur un torrent qui descend de la *Cordi-* » *lière* des Andes.

» On emploie également pour franchir les vallons » des *Cordilières*, un procédé plus imparfait et plus » dangereux que le précédent; il est connu sous le » nom de *Tarabita*. Un câble fait en lianes ou avec » des bandes de peau, est tendu d'un bord à l'autre; » une des extrémités est attachée à un poteau, et » l'autre passe sur une roue, ce qui permet d'en ré- » gler à volonté la tension. Une sorte de hamac ou de » nacelle en cuir, dans laquelle un homme peut se » placer, est suspendue à ce câble par deux brides, » et glisse d'une extrémité à l'autre; ce glissement, » facilité par la pente du câble, s'opère au moyen » d'une impulsion donnée à la nacelle. Il y a deux » câbles, dont les pentes sont en sens contraire, et » qui servent à passer alternativement d'un côté à » l'autre. On fait aussi passer les mules et autres » animaux au moyen d'un appareil qui les saisit sous » le ventre et sous le cou, et qui glisse le long du » câble. La description de ces moyens de communica- » tion a été donnée par Jean de Ulloa, et insérée dans » divers ouvrages. Les constructions du même genre, » qui existent dans les Grandes-Indes sont principale- » ment connues par la relation de *Turner* au *Thibet*.

» Après avoir indiqué plusieurs passages où les » rivières sont franchies par des *ponts* de cordes » semblables à ceux du Pérou, ce voyageur décrit » avec plus de détail le *pont* appelé *Chouka-cha-* » *zum*, formé par des chaînes de *fer*. Cet ouvrage est » situé sur le *Sampoo* et sur la route qui conduit à » *Lassa*. On n'y fait passer qu'un cheval à la fois; le » plancher fléchit pendant qu'un homme le parcourt, » et la réaction qui s'opère à chaque mouvement » oblige à presser le pas. Sur les cinq chaînes, dont le » plancher est formé, sont posées plusieurs couches » de clisses de bambou, qui, n'étant point attachées, » se déplacent lors des oscillations du *pont;* un para- » pet de mêmes matériaux, placé de chaque côté, » rassure le voyageur.

» Le major *Rennel*, dans sa *Description de l'Indos-* » *tan*, parle du même ouvrage d'après *Giorgi*. Chaque » chaîne est composée, suivant lui, de 500 anneaux » ayant un pied de diamètre. Supposant qu'il s'agit » de pieds italiens, *Rennel* en conclut que le *pont* au- » rait environ 160 verges anglaises (146 mètres) de » longueur, ce qui ne s'accorde point avec la figure » qu'en avait dessinée *Turner*, qui annonce avoir » mesuré les parties de la construction, et donne seu- » lement 150 pieds (46 mètres) de longueur au plan- » cher. L'auteur nous apprend que presque tous les » autres *ponts* de cette contrée sont également con- » struits avec des chaînes de *fer*.

» *Turner* décrit, quelques pages plus loin, un *pont* » pour le passage des piétons, formé de deux chaînes » tendues parallèlement l'une à l'autre, à 4 pieds de » distance, et reposant à chaque bord sur un pilier de » pierre d'environ 8 pieds de hauteur. Ces chaînes » se dirigent ensuite vers la terre, suivant une légère » inclinaison, et pénètrent dans le rocher où elles » sont arrêtées autour d'une grosse pierre ensevelie » sous un monceau de pierres plus petites. Une plan- » che d'environ 8 pouces de largeur est suspendue » longitudinalement en travers de la rivière par des » liens formés de racines et de plantes rampantes, et » dont la longueur est telle, que le milieu s'abaisse à » 4 pieds au-dessous des chaînes; la longueur de ce » *pont*, nommé *Selo-cha-zum* est de 18 mètres, me- » surée d'une rive à l'autre. Les liens sont changés » tous les ans, et les planches n'étant pas fixées, » chaque partie peut être réparée séparément. Cet ou- » vrage paraît différer du *Chouka-cha-zum*, en ce que

(1) Voir le dictionnaire des *Travaux publics civils, militaires et maritimes*, par *Tarbé de Vauxclairs*, etc., etc.

(*Carilian-Gœury et Dalmont*, éditeurs, 1835.)

(2) Mémoire sur les ponts suspendus, par M. *Navier*, ingénieur en chef au corps royal des ponts et chaussées, membre de l'Institut (Académie des sciences) — 1830.

» le plancher est suspendu au-dessous des chaînes.

» Il existe en *Chine* des ponts semblables aux pré-
» cédents. Les passages suivants sont extraits de la
» description de cet empire qui se trouve dans le tome VI de l'*Histoire générale des Voyages*.

« ..... On voit dans la partie ouest de ce canton
» (province de *Yun-Nan*, district de *King-ton-fu*) un
» *pont* soutenu par des chaînes de *fer*, dont l'agita-
» tion, jointe à la vue du précipice, forme un spec-
» tacle terrible pour les passants.

» Le fameux *pont en fer* (tel est le nom qu'on lui
» donne), à *Quay-Cheu*, sur la route de *Yun-Nan*,
» est l'ouvrage d'un ancien général chinois. Sur les
» deux bords du *Pan-Ho*, torrent qui a peu de lar-
» geur, mais qui est très-profond, on a construit une
» grande porte entre deux gros piliers de pierre,
» larges de 6 à 7 pieds sur 17 à 18 pieds de hauteur.
» Des deux piliers de l'est pendent quatre chaînes at-
» tachées à de gros anneaux, qui vont aboutir aux
» deux piliers de l'ouest, et qui, étant jointes par d'au-
» tres petites chaînes, ont quelque ressemblance avec
» un filet. On a placé sur ce pont de chaînes des plan-
» ches fort épaisses qu'on a trouvé moyen de joindre
» ensemble pour en faire un plain-pied continuel;
» mais comme il reste quelque distance jusqu'aux
» portes et piliers, parce que les chaînes se courbent
» en arc, surtout lorsqu'elles sont chargées, on a re-
» médié à ce défaut avec le secours d'un plancher
» supporté par des tasseaux ou des consoles. Des deux
» côtés du plancher on a dressé de petits pilastres en
» bois qui soutiennent un toit de la même matière,
» dont les deux bouts portent sur les piliers de pierre
» des deux rives.

» Les Chinois ont fait quelques autres *ponts* à l'imi-
» tation de celui-ci. On en connaît un particulière-
» ment sur la rivière de *Kin-cha-Hyang*, dans l'an-
» cien canton de *Lo-lo*, qui appartient à la province
» de *Yun-nan*. Celle de *Se-chuen* en a deux ou trois
» autres qui ne sont soutenus que par des cordes;
» mais, quoique petits, ils sont si chancelants et si
» peu sûrs qu'on ne les passe pas sans effroi.

» On peut voir un dessin de ces *ponts* de chaînes,
» Planche XXIII du *Parallèle des édifices* de M. *Du-*
» *rand*, ouvrage publié à Paris, en 1801.

» On désirerait trouver dans les écrits des voyageurs
» des détails plus circonstanciés sur l'époque de l'éta-
» blissement de ces constructions, et sur la disposition
» et les dimensions de leurs parties. Il est vraisem-
» blable d'ailleurs que ces détails, qui satisferaient
» la curiosité, n'offriraient, sous le rapport de l'art,
» qu'un médiocre intérêt. On ne peut douter, en effet,
» que les *ponts* de chaînes des Indes ou de la Chine
» ne soient bien éloignés d'offrir la solidité qu'il est
» nécessaire de leur donner en Europe. Il résulte
» toutefois des renseignements qui nous sont trans-
» mis, que les premières constructions de ce genre
» appartiennent à l'Asie; on doit en conclure aussi
» que les chaînes de *fer* sont susceptibles d'offrir une
» longue durée, puisque l'époque de l'érection du
» *pont* de *Chouka* est inconnue des habitants du pays,
» et qu'ils donnent même à ce *pont* une origine
» fabuleuse..... »

Le premier *pont* suspendu qui ait été jeté sur la Seine, à Paris, a été exécuté (1) en 1825 et 1826, d'après les dessins et sous la direction de l'ingénieur *Navier*, vis-à-vis l'hôtel des Invalides et le grand carré des Champs-Élysées; il n'existe plus aujourd'hui, et a été remplacé, mais à 200 mètres environ de son ancien axe, et en aval de la rivière, par un pont également suspendu, œuvre due au talent de l'ingénieur *de Verges*, et dont l'axe correspond d'un côté à celui de l'avenue d'Antin, et aboutit de l'autre sur un pâté de maisons en façade sur le quai du *Gros-Caillou*, presque en face la rue de la Boucherie des Invalides. Ce *pont* est composé de trois arches, dont celle marinière ou du milieu est séparée des deux autres par deux grands piliers en pierre, figurant au niveau du plancher deux grands portiques dont les acrotères servent d'appui aux amarres des chaînes supportant tout le système de suspension.

Ensuite, a été établi, de 1829 à 1830, le *pont* suspendu dit *d'Arcole* (2), en prolongement de l'axe de la rue de ce nom, située dans la Cité, et de l'axe de la place de l'*Hôtel-de-Ville* dans le sens parallèle à la principale façade de ce monument.

Exclusivement destiné au service des piétons, ce *pont* est composé de deux arches, dont les chaînes, en demi-guirlandes, prennent d'un côté leurs points d'appui sur l'acrotère du portique, couronnement de la pile construite au milieu du fleuve, et vont se perdre de l'autre, dans des puits d'amarre établis sur les deux rives opposées.

De 1833 à 1834 les ingénieurs *Seguin*, frères, construisirent le *pont* suspendu dit *de la Râpée*, en dehors des murs d'enceinte de la ville de Paris.

Ce *pont*, composé de cinq arches, est un débouché très-précieux pour le commerce des vins et pour le transport des marchandises de toute nature, qui, pour se rendre du nord au midi de la capitale, n'ont plus actuellement besoin de pénétrer dans le cœur de la ville, ni de faire ainsi ces longs détours toujours nuisibles à la célérité du roulage.

Le *pont* dit *de Louis-Philippe* (3), dont la forme est en tout semblable à celle du *pont d'Arcole*, mais qui est établie sur une échelle bien plus vaste, date de 1836; il dessert à la fois une partie du quartier *Saint-Antoine*, l'île *Saint-Louis* et celle de la *Cité*.

Son système de construction diffère cependant de

(1) Les travaux de *ferronnerie* ont été faits par M. *Albouy*, ceux de maçonnerie, par M. *G. Michau*, et ceux de charpente par M. *Roze* père.

(2) Ce système de construction est également dû à l'ingénieur *de Verges*.

(3) Ce *pont* a été exécuté par M. *G. Callou* et compagnie, sous la direction des ingénieurs *Seguin* frères.

celui des *ponts des Invalides* et *d'Arcole*, en ce que les chaînes de suspension, ainsi que les tiges pendantes qui portent le plancher, ne sont pas de longs maillons en *fer plein*, mais bien des cordes en *fils de fer*, de 0m,05 de diamètre pour les chaînes, et de 0m,03 de diamètre pour les tiges perpendiculaires portant le plancher du *pont*.

Les chaînes de suspension et les tiges perpendiculaires de supports du *pont de la Râpée*, sont aussi autant de cordes en *fils de fer* et de diamètres à peu près analogues à celles dont nous venons de parler.

En 1839, il a été établi un pont suspendu fort léger, pour le service des gens de pied, communiquant d'un côté au quai *Saint-Bernard*, en face l'entrepôt des vins, et de l'autre, à celui des *Célestins*, près de l'angle aval de l'île *Louviers*, qui va bientôt disparaître et faire place à un quartier tout entier. Cette espèce de *passerelle*, qui a reçu le nom de *pont de Constantine*, dont le système général de suspension est en *fils de fer*, se rapproche beaucoup, par sa structure, de la forme du *pont des Invalides;* c'est pourquoi, nous pensons qu'il deviendrait superflu d'en donner une plus ample description.

Cependant, ce n'est pas à *Paris* qu'il faut venir chercher les exemples les plus hardis en fait de *ponts suspendus*, car il est en France, comme à l'étranger, telles localités qui doivent l'extension de leurs voies de communication à l'établissement de ces sortes de *ponts*, dont quelques-uns peuvent être appelés à juste titre du véritable nom de monuments.

Et, citons d'abord le *pont* suspendu de Fribourg, construit par un de nos plus habiles ingénieurs français, M. *Chaley*, qui n'a pas craint de relier à l'aide de ce système aussi économique que bien entendu, la ville de *Fribourg* avec la route de *Berne*, séparées l'une de l'autre par une immense vallée qui, dans sa partie la plus étroite, offre encore une largeur de près de 300 mètres.

Ce *pont*, aussi hardi que peu coûteux, se compose d'une seule travée dont les chaînes de suspension prennent leurs points d'appui sur les acrotères de deux portiques à peu près semblables à ceux du *pont des Invalides*.

L'espace parcouru par la travée suspendue est de 246m,26, et le système total, à partir d'un point d'amarre à l'autre, embrasse une longueur de 378m,46.

Ce *pont*, à chaînes de suspension et tiges pendantes ou supports en *fils de fer*, a été construit dans l'espace de cinq années environ, c'est-à-dire de 1832 à 1837, et a coûté, compris les travaux de maçonnerie et ceux de charpente, une somme totale de 300,000 fr. (1).

Dans le département du *Morbihan*, M. *Leblanc*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a construit, il y a à peu près deux années, aux frais de l'État et du département, le *pont* suspendu dit *de la Roche-Bernard* (sur la *Vilaine*). Ce monument, placé à trois lieues de l'embouchure de la *Vilaine*, a été commencé en 1836, et livré au public en décembre 1839. La hauteur du tablier au-dessus des basses mers est de 39m,70 (122 pieds), et permet par conséquent de passer aux navires même de 500 tonneaux, perroquets calés. La longueur de la travée suspendue entre les centres des portiques est de 198m,17 (610 pieds); sa longueur totale entre les amarres est de 350 mètres (1,080 pieds). Les dépenses pour le *pont* proprement dit, non compris la route aux abords, se sont élevées à la somme totale de 120,000 fr.

Si nous ne nous proposions de décrire un peu plus loin le magnifique *pont* suspendu de *Saint-André-de-Cubsac*, ce serait, certes, ici le cas de parler de cette construction monumentale, qui surpasse en hardiesse et en beauté toutes celles de ce genre, connues jusqu'à ce jour.

Afin de justifier aussi clairement que possible tout ce que nous venons de dire touchant les *ponts* suspendus, nous avons eu soin de consacrer plusieurs *planches* de cet ouvrage à la description détaillée de deux systèmes de ces sortes de construction, dont l'application est aujourd'hui un véritable bienfait, non-seulement pour la France, mais aussi pour toutes les autres contrées de l'Europe.

PONT SUSPENDU A DES FAISCEAUX DE FILS DE FER, CONSTRUIT SUR LE RHÔNE, ENTRE TAIN ET TOURNON.

Planches 57e et 58e. — Ce *pont* offre en général, y compris les deux trottoirs, une largeur de passage de 4m,20 entre les garde-corps, et de 6m,20 à son milieu, afin de permettre aux voitures de se croiser.

Il est formé de deux travées avec pile au milieu, et une autre à chacune de ses deux extrémités, servant en même temps de tête de *pont* ainsi que de puits d'amarres aux faisceaux de suspension en *fils de fer*.

La largeur de l'une et de l'autre travée est de 86m,75, et la longueur totale du *pont*, y compris les deux têtes en pierre, est de 188 mètres.

Il est porté par douze faisceaux de *fils de fer* du no 18 (0,00309 de diamètre), formant ensemble une section d'environ 10,000 millimètres carrés. Ces faisceaux ont subi plusieurs immersions dans de l'huile de lin bouillante combinée à la litharge, pour les préparer à recevoir un vernis analogue à celui des épingles noires, qui n'exige qu'un entretien assez facile. Les barres de *fer* qui font suite aux faisceaux offrent ensemble 36,000 millimètres carrés de section, et chacune des cordes de suspension en *fils de fer* qui sont espacées de mètre en mètre, et qui forment une surface gauche près de la pile, a une section d'environ 300 millimètres.

Le mouvement vibratoire communiqué au *pont* lors du passage des lourdes voitures, est peu considérable,

(1) Voir pour plus amples renseignements la notice sur le *pont* suspendu de *Fribourg* (Suisse), par M. *Chaley*, ingénieur français, constructeur de ce *pont*.—1839.

et on ne le ressent bien que lorsqu'on est en repos; les garde-corps sont très-solidement assemblés et composés de pièces de chêne d'un assez fort équarrissage; il paraît qu'ils contribuent notablement à terminer la flexion due aux charges accidentelles.

L'une des travées de ce *pont* a été soumise à l'épreuve d'une charge de 58,000 kilogrammes, au moyen de gravier que l'on y régalait, après l'avoir mesuré dans une caisse sans fond: on y a fait ensuite passer à la fois, deux voitures pesant, chevaux compris, 7,900 kilogrammes.

L'augmentation qui résulta de ces diverses charges dans la flèche de courbure, fut de $0^m,325$. On fit ensuite passer successivement sur le pont, toujours chargé de. . . . . $58,000^k$
deux autres voitures pesant chacune séparément, chevaux compris. 7,900
ajoutant le poids de 50 personnes qui se trouvaient réunies sur le pont. 3,250
on a une charge totale, non compris le poids du tablier, de. . . . . $69,150^k$

équivalente à environ 200 kilogrammes par mètre superficiel, et dont près d'un huitième agissait avec une force vive. Aucun mouvement ne s'est manifesté dans les maçonneries, aucune rupture dans les *fils de fer*, et aucune gerçure dans leur vernis : l'examen attentif qui a été fait de toutes les parties de la construction, n'a rien montré qui ne dût inspirer une complète sécurité.

On n'a point fait usage de *pont* de service; les câbles en *fer* ont été mis en place l'un après l'autre, en les accolant, au moyen de plusieurs liens, à un câble en chanvre d'une longueur double, dont une moitié était préalablement passée de l'une des culées à la pile; en tirant le câble en chanvre par l'extrémité opposée à celle qui portait le câble en *fer*, celui-ci était transporté dans la place qu'il devait occuper; ensuite, un léger échafaud mobile sur le câble en chanvre, et portant un homme, servait à détacher les deux câbles l'un de l'autre et à accrocher les cordes en *fer* verticales, dans lesquelles on enfilait ensuite les poutres du tablier.

Tel est ce système de *pont* suspendu dont les différents détails se trouvent figurés dans les PLANCHES 57e et 58e, et qui est l'œuvre de l'ingénieur Seguin, auquel nous devons aussi la description de cette intéressante construction.

PONT SUSPENDU DE SAINT-ANDRÉ DE CUBSAC (DORDOGNE).

PLANCHES 59e et 60e.—Le *pont* de Cubsac est un des plus curieux ouvrages d'architecture civile existant sur le continent européen. On sait que c'est un *pont* suspendu qui se compose de cinq travées ou arches larges de $97^m,50$ (300 pieds) chacune. La longueur habituelle des *ponts* sur la Seine n'est que de $146^m,25$ (450 pieds); le tablier ou plancher est élevé de $22^m,75$ (70 pieds) au-dessus des plus hautes eaux. Les chaînes de suspension sont supportées par de gigantesques colonnes en *fer fondu*, reposant sur des piédestaux de maçonnerie. Voici, au sujet de cette construction remarquable, quelques détails propres à faire ressortir le mérite du plan d'après lequel il a été exécuté, en même temps qu'ils sont de nature à prouver toute la solidité du tablier dont la situation aérienne et la suspension au sommet d'une colonnade des plus hardies, avaient inspiré d'abord quelque inquiétude.

Les piliers ou colonnes sont des cônes en *fonte* de 30 mètres de hauteur, ayant 4 mètres de diamètre à la base, et $1^m,80$ de diamètre au sommet. Ils sont formés de vingt assises de $1^m,50$ de hauteur, chacune : toutes les pièces sont boulonnées ensemble; et ainsi, tandis que, dans une colonne en pierre, l'adhérence des assises entre elles, ne dépend que du poids vertical qui presse une assise sur celle qui est au-dessous, les assises de *fonte* sont, en outre, liées l'une à l'autre par 40 boulons de 35 millimètres de diamètre chacun. L'effort nécessaire pour rompre un boulon de cette dimension étant d'environ 30,000 kil. (60,000 livres), il s'ensuit que, pour séparer une assise de sa voisine, il faudrait exciter un effort capable, 1° de déplacer le poids total du *pont* qui pèse sur le haut de la colonne ou pilier; 2° d'arracher 40 boulons présentant une résistance de 30,000 kil. chacun, ou de 1,200,000 kil. ensemble.

Or, comme la suspension du tablier du *pont* a lieu au moyen d'une pièce qui est mobile au sommet de la colonne de manière à porter toujours d'aplomb, il en résulte que le mode de construction du *pont* ne donne naissance à aucun effort latéral qui agisse pour détacher les assises les unes des autres; en d'autres termes, les piliers ou colonnes qui, d'après le calcul précédent, présentent une résistance très-considérable à tout déplacement à droite ou à gauche, ou à toute séparation des assises, n'ont à supporter dans ce sens aucun effort appréciable.

Le *pont* ne pourrait donc fléchir que parce que les piliers ploieraient sous leur charge et s'écraseraient. Or, il a été facile de construire ces piliers de telle sorte qu'ils offrissent la plus grande sécurité contre les chances d'écrasement sous la pression verticale qu'ils supportent.

Le poids total de chaque travée du *pont* est :

Chaînes et planchers	90,000 k.
Charge d'épreuve	150,000
Total.	240,000

Les piliers étant accouplés deux à deux sur le même piédestal, l'un à droite, l'autre à gauche, il s'ensuit que la charge qui pèse sur le sommet de chaque pilier est la moitié de 240,000 kilogrammes, c'est-à-dire

de 120,000 kilogrammes. Cela posé, la surface de la section de la colonne qui porte ce poids est, déduction faite des vides qui sont extrêmement considérables, de 180,000 millimètres carrés, ce qui représente à peu près un carré de $0^m,40$ (15 pouces) de côté seulement. Ainsi, chaque millimètre carré porte moins d'un kilogramme de charge. Or, dans toutes les constructions en *fonte* de *fer*, on peut, sur chaque millimètre carré de section, exercer sans danger une pression de 20 kilogrammes, et sur tous les *ponts* en *fonte* d'Angleterre et de France, on va au moins à 3 kilogrammes par millimètre carré; cependant leurs pièces sont dans une position plus ou moins inclinée, oblique ou transversale, moins favorable à la résistance que celle d'un pilier simplement soumis à une pression exactement verticale.

Enfin, quoique tout le monde sache la grande résistance d'un corps rond contre les efforts des vents les plus violents, les piliers ont été faits à jour pour annuler l'effort de renversement qui peut résulter du vent, et conserver ainsi l'immobilité la plus parfaite aux colonnes qui servent de point d'appui au plancher du pont, lorsque ce plancher est agité par le vent (1).

C'est au talent de l'habile ingénieur *Émile Martin* qui, déjà, a fait tant et de si belles choses, que nous devons encore ce grand et magnifique ouvrage mis au levage, assemblé et arrêté par l'ingénieux entrepreneur *Chavier*; et dans cette construction comme dans celle du beau pont du Carrousel, conçue par M. *Polonceau*, il a dignement répondu à la confiance qu'avait mise en lui M. *de Vergès*, ingénieur directeur de ces importants travaux.

(1) Nous avons emprunté cette description à un article du *Journal des Débats* du 19 juillet 1838, et, bien qu'il soit anonyme, nous ne saurions douter qu'il ne sorte de la plume du savant ingénieur *Michel Chevalier*.

Dans la PLANCHE 59e, la figure 1re indique le *pont* suspendu de Saint-André-de-Cubsac, vu en perspective avec ses deux culées de rives, composées chacune de 29 arcades construites en pierre.

Il a été commencé le 5 septembre 1835, et terminé en septembre 1839. Sa longueur est de 345 mètres pour l'ouverture des eaux, et de 200 mètres en 29 arcades sur terre de chaque côté de la rivière. La largeur est de $6^m,90$, la hauteur du tablier est de $28^m,50$ à mer basse; la marée ordinaire monte à $5^m,50$.

La concession en a été faite à M. *Quénaut* pour 27 ans 4 mois 28 jours.

La figure 2 et celles suivantes représentent en plans, en élévations et en coupes les divers détails des éléments en *fer fondu*, composant chacune des douze grandes colonnes qui supportent les six grandes travées formant le tablier du *pont*.

Dans la PLANCHE 60e, la figure 1re indique l'élévation d'une de ces grandes colonnes; la figure 2e en donne la coupe suivant l'axe perpendiculaire à la longueur du *pont*, et la figure 3e représente la traverse qui accouple deux colonnes entre elles, suivant l'axe perpendiculaire à la largeur du *pont*.

La figure 4e est le plan d'une des piles isolées en pierre, ou plateau de supports des douze colonnes accouplées deux à deux.

CHAPITRE III.

DES ÉCLUSES.

On donne assez généralement le nom d'*écluse* à tous les ouvrages destinés à retenir et élever les eaux; cependant, cette dénomination s'applique plus particulièrement aux ouvrages en maçonnerie ou charpente, construits dans les canaux de navigation pour établir une communication facile entre un bief supérieur et un bief inférieur, en ne dépensant que l'eau nécessaire pour remplir le *sas* (1), c'est-à-dire l'espace compris entre les portes d'amont et d'aval. Les deux revêtements latéraux de l'*écluse* se nomment *bajoyers*.

Les *écluses* ont été inconnues aux anciens; c'est au siége de *Montargis*, en 1426, que se fit la première *écluse*; ce fut pour inonder les assiégeants dans leur camp, que les habitants de ce pays en firent la découverte. Cela ne pouvait se pratiquer qu'en retenant les eaux de la rivière de *Loing*; une *écluse* seule pouvait produire cet effet, de manière que tout le mal fût pour les assiégeants et que les assiégés n'eussent rien à en redouter.

La porte supérieure d'une *écluse* s'appelle *porte de tête*, et celle inférieure se nomme *porte de mouille*.

Les *écluses* de *Flandre* et de *Hollande* servent à retenir les eaux pour empêcher qu'elles n'inondent les terres qui sont plus basses que le niveau de la mer.

(1) C'est dans une écluse, l'espace compris entre les portes d'amont et d'aval. C'est dans cet intervalle que le bateau introduit, s'élève ou s'abaisse pour passer d'un bief à un autre.

Les *écluses* varient de forme suivant les divers usages auxquels elles sont destinées.

On appelle *écluse à tambour*, celle qui s'emplit et se vide par le moyen de deux canaux voûtés, pratiqués dans les jointures des portes, dont l'entrée s'ouvre et se ferme par le moyen d'une vanne à coulisse.

Écluse à éperon, celle dont les portes, qui ont deux ventaux, se joignent en avant-bec du côté d'amont-l'eau.

Écluse à vannes, celle qui s'emplit et se vide par des vannes à coulisses, qu'on pratique même dans l'assemblage des portes.

Ecluse à vis, celle dont l'eau sort par un, ou par deux trous pratiqués dans le terrain qui est à côté ou aux côtés de la porte de l'*écluse*. Dans le milieu de ce trou, ou plutôt de ce petit chenal, il y a un trou rond qui descend du terrain dans le chenal qui est voûté. Ce trou rond est fermé par une *vis*, au lieu de vanne; et pour le faire ouvrir, afin que l'eau sorte, on tourne la *vis*: on la tourne de même pour la refermer. Les *écluses à vis* sont très-communes en *Hollande*.

Écluse de chasse ou *de fuite*, celle qui sert à introduire l'eau de la mer dans les places de guerre ou dans les ports de marée, et à la faire couler pour laisser le fossé à sec, ou nettoyer le port.

On construit des *écluses* sur les ports de l'Océan pour conserver le plein de la haute mer dans les bassins à flot.

Dans les terrains entourés de digues, pour être mis à l'abri des marées et des inondations des fleuves, on pratique des *écluses* à clapets, vannes, portes ou poutrelles, pour empêcher l'introduction des hautes eaux et pour évacuer ensuite les eaux du pays.

Dans les ouvrages de fortification, on fait un grand usage des écluses pour remplir et vider à volonté les fossés de la place et y faire des chasses défensives, de même que pour inonder ou assécher les abords des lieux fortifiés.

Depuis longtemps on se servait du *bois* pour la construction des différentes sortes d'*écluses* dont nous avons donné plus haut la nomenclature; mais, actuellement, on y substitue presque généralement l'emploi du *fer* et de la *fonte*.

Que si, au reste, l'on veut connaître à fond les différents systèmes d'*écluses* et les perfectionnements qui y ont été apportés depuis leur première application, il faut consulter l'ouvrage de *Simon Stevin*, célèbre ingénieur hollandais, intitulé : *Fortification par écluse*, et aussi l'*Architecture hydraulique*, par *Bélidor*, autre ouvrage qui a surpassé tous les livres déjà écrits sur cette savante matière.

Nous nous bornerons donc à ne donner qu'un seul exemple d'*écluses*, et comme, dans son propre pays, on peut, même sans consulter des livres, se rendre exactement compte de l'un quelconque de ces divers systèmes, nous avons pensé qu'il était préférable d'emprunter ce même exemple à l'étranger : nous allons donc donner la description de la *porte* de *mouille* de l'*écluse* en *fonte de fer* des docks de Cronstadt (Russie), exécutée en 1835.

PORTE D'ÉCLUSE EN FONTE DE FER DES DOCKS DE CRONSTADT (RUSSIE).

PLANCHE 61e. — Cette porte d'*écluse* sert de fermeture à la darse, ou grand bassin destiné aux réparations des vaisseaux, et est formée de deux battants qui ont 66 pieds (1) 3 pouces de largeur sur une hauteur de 28 pieds.

Le poids du métal qui est entré dans cette construction est de 3,750 kilogrammes environ.

Chaque battant se compose de huit pièces ajustées les unes aux autres au moyen de chevilles à écrous, et qui sont toutes renfermées dans un cadre composé de *fonte* et de traverses en *bois*, garnies de feutre et goudronnées sur tous sens. La face opposée au seuil est, en outre, garnie d'un revêtement en planches de *sapin* diagonalement placées, et ajustées sur le feutre déjà goudronné. Les facettes saillantes des chevilles et des écrous sont introduites dans des trous préalablement pratiqués dans les planches, afin de conserver, après l'ajustage, une surface très-unie. Ce revêtement est ensuite calfaté (1) avec du chanvre, et recouvert de feutre goudronné. Ce feutre a été de nouveau garni d'un revêtement en planches de sapin, placées perpendiculairement, ayant une épaisseur de 2 pouces, et tenues par des clous dentelés. Les deux bouts de ces planches sont assujettis par des barres de *fer*, au moyen de chevilles qui traversent les deux revêtements.

Le dernier revêtement en bois est calfaté dans toutes ses jointures avec du chanvre, et le tout est goudronné.

Les gonds des deux battants sont établis dans des blocs de *granit*, et l'espace vide a été rempli de plomb.

Les deux battants de cette *porte d'écluse*, étant suspendus sur des pivots, se meuvent au moyen de chèvres, et les poutres saillantes de chacun d'eux sont revêtues de plomb, et, une fois fermés, ceux-ci sont étroitement serrés par un cercle en *fer*.

Pour conserver le mouvement horizontal de ces deux battants, il a été établi à la partie inférieure de chacun d'eux des cylindres en *fonte* de 1 pied 6 pouces de diamètre, roulant, par leurs bases, sur des segments ou rails semi-circulaires en *fonte*.

Dans le milieu d'un de ces mêmes battants est pratiquée une vanne pour laisser échapper l'eau contenue dans le bassin; cette vanne se ferme et s'ouvre au moyen d'une petite porte à coulisse qui se meut entre deux rainures en *fer*; et l'ouverture et la fermeture de cette petite porte s'effectuent de bas en haut, et *vice versâ*, au moyen d'une vis.

Les *figures* 1 et 2 de la PLANCHE 61e indiquent : l'une, l'élévation d'un des deux battants de cette porte d'*écluse*, vue du côté d'amont-l'eau, et l'autre, celle de ce même battant, vue du côté d'aval-l'eau.

La *fig.* 3 est le profil de la vanne d'échappée des eaux, avec sa vis et son armature en *fer*.

La *figure* 4 est le profil d'un des deux contre-forts, saillant sur chacun des battants, et au bas desquels sont adaptés les deux cylindres en *fonte* manœuvrant sur des rails.

La *figure* 5 indique la coupe d'un des battants, prise au milieu, et faisant voir la position des gonds et crapaudines logés dans le granit.

La *figure* 6 représente la porte d'*écluse*, vue en plan, avec une portion des segments ou rails des cylindres en *fonte*.

Enfin, dans la *figure* 7, est indiquée l'autre portion de ces derniers segments ou rails semi-circu-

(1) Toutes les mesures indiquées en *pieds* dans cette description sont *anglaises*; nous avons déjà indiqué dans une précédente note les différences qui existent entre ces dernières et celles *françaises*.

(1) Terme de marine qui veut dire : boucher avec de l'étoupe, ou avec telle autre matière filandreuse, les fentes ou interstices qui se trouvent entre les bordages formant le revêtement d'un vaisseau ou autre bâtiment, entre ceux des ponts des gaillards et des dunettes, en un mot, de tous les endroits où l'on veut empêcher l'eau de la mer ou celle de la pluie de pénétrer.

laires, venant buter sur les deux revêtements de l'*écluse* ou *bajoyers*.

Du reste, cette description (1) nous paraît assez claire, et les détails de la construction d'ailleurs très-simple qui en est l'objet, et que nous n'avons fait que reproduire, sont assez intelligiblement rendus pour que nous n'ayons pas cru devoir entrer dans de plus longs développements à ce sujet.

(1) Tous ces documents nous ont été fournis par M. le général TCHEFFKIM, major général des ingénieurs des mines de Russie.

CHAPITRE IV.

DES CHEMINS DE FER.

Il faudrait remonter bien haut dans l'histoire de la civilisation pour faire l'historique des voies de communication. Des *chemins* régularisés par la main des hommes existaient déjà en *Amérique* avant la conquête qu'en firent les Espagnols. Les Romains, dans ce genre de travaux, l'emportèrent sur tous les peuples de l'antiquité.

Si les *routes* que font les modernes sont moins durables que celles de ces conquérants, elles sont plus commodes et bien plus multipliées qu'elles ne l'étaient autrefois dans leur vaste empire.

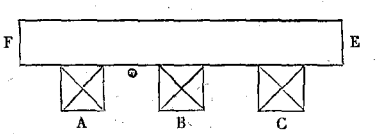
Les modernes ont senti les premiers les avantages que les *canaux* ont sur les voies ordinaires, et la gloire de les avoir inventés et perfectionnés leur revient tout entière. Ce mode de transport était connu des Chinois bien des siècles avant qu'on y songeât en Europe.

Lorsque les *canaux* eurent acquis tous les perfectionnements dont ils étaient susceptibles, il ne semblait pas qu'il fût possible à l'homme d'inventer des voies de communication plus avantageuses, sous un très-grand nombre de rapports, que celles auxquelles l'eau sert en quelque sorte de véhicule, et pourtant, cette merveille inattendue s'est réalisée par l'intervention des voies solides, qui, étant parfaitement unies, donnent peu de prise au frottement des roues des chariots qui les parcourent. Les *chemins* dits de *fer* sont un cas particulier de ce système.

L'époque à laquelle on fit, pour la première fois, usage d'ornières lisses pour faciliter le transport des fardeaux, et pour économiser en même temps une partie de la force motrice, se perd dans la nuit des temps; mais nous savons que, dès 1649, dans les carrières de *Newcastle-sur-Tyne*, on faisait rouler des chariots sur deux ornières parallèles, formées de pièces de *charpente*. On lit dans un ouvrage publié en 1676 :

« Dans les houillères de *Newcastle*, les transports » s'effectuent sur des rails en *charpente*, parfaitement » droits, et parallèlement établis le long de la route, » depuis la mine jusqu'à la rivière ; on emploie sur ce » genre de *chemin* de grands chariots portés sur » quatre rouleaux qui reposent sur les *rails ;* il résulte » de cette disposition tant de facilité pour le tirage, » qu'un seul cheval peut descendre de 4 à 5 *chal-* » *drons* (13,450 kilogrammes), ce qui procure aux » négociants un immense avantage. »

Les premiers *chemins* se composaient :



Des poutres ABC, qui étaient couchées en travers de la voie; sur leurs bouts équarris on fixait avec des chevilles d'autres poutres FE. Ces dernières poutres, distribuées sur deux lignes parallèles à la direction des *chemins*, formaient les deux ornières autrement dites *rails*.

Comme les poutres FE se dégradaient promptement, et qu'il fallait, pour les remplacer, démonter la *charpente*, du moins en grande partie, on obvia à cet inconvénient en chevillant des chevrons de rapport sur les rails FE; de sorte que, par la suite, il suffit de remplacer ces chevrons usés sans toucher à la charpente fondamentale.

Il est surprenant que l'idée de recouvrir les *rails* en

bois d'une bande de *fer* ne se soit pas présentée tout de suite ; ce perfectionnement eut lieu pour la première fois sur les *chemins* servant aux houillères de *Northumberland ;* encore ne fut-ce que dans les endroits où la voie offrait des pentes rapides ou des courbes d'un court rayon, que l'on appliqua des bandes métalliques.

L'Anglais *Wood* (*Traité pratique des chemins de fer*) prétend que la lenteur avec laquelle ces sortes de voies se perfectionnèrent, même après que leurs avantages furent reconnus, doit être attribuée à l'affection toute particulière que les savants ingénieurs de la *Grande-Bretagne* accordaient aux *canaux*. Voilà pourquoi la substitution des *rails* en *fer* aux *rails* en *bois* se fit si longtemps attendre.

On croit avec quelque fondement qu'en 1738 les *rails* en *fonte* furent, pour la première fois, substitués aux *rails* en *bois*. Cet essai ne réussit pas complétement, parce que l'on continua d'employer des chariots anciens qui étaient trop lourds pour la *fonte*.

En 1768 on obvia à cet inconvénient par un moyen fort simple : on construisit un certain nombre de chariots de plus petites dimensions; on les attacha les uns à la suite des autres, et, la charge totale se trouvant ainsi divisée, il en résulta que les bandes métalliques furent en état de la supporter sans rompre ou fléchir.

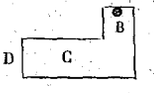
Suivant M. R. Stephenson, il paraît, d'après les registres de la fonderie de *Coalbrookdale*, qu'il fut coulé dans cet établissement *cinq* ou *six* tonnes de *rails*, à titre d'expérience, le 13 novembre 1767.

Tout porte à croire que l'usage des *rails* en *fonte* remonte à peu près à l'année 1770.

Les *rails* plats en *fonte* furent d'abord fixés sur des traverses en *bois*.

En 1799, *Barns* établit les *rails* sur des supports en pierre.

Les *rails* plats présentaient dans leur coupe la figure :



C'était la partie sur laquelle portaient les roues des chariots.

Un rebord B, empêchait ces roues de quitter la voie; un autre rebord D, tourné en dessous, servait de contre-fort au *rail*.

Ce fut en 1789 que W. *Jessop* substitua les *rails* saillants aux *rails* plats; dans ce système, ce sont les roues ou chariots qui sont pourvus de rebords. Ces sortes de *rails* sont aujourd'hui les plus généralement employés.

Les *rails* métalliques furent d'abord posés sur des supports en bois; mais, en 1797, *Barns* remplaça ces supports par des dés en pierre. Plus tard les dés furent munis de coussinets en *fonte*, dans lesquels sont reçues aujourd'hui les extrémités des *rails*.

Aujourd'hui, beaucoup d'ingénieurs préfèrent les *rails* en *fer* battu à ceux qui sont en *fonte*, parce qu'ils sont moins sujets à casser, et qu'ils peuvent encore être livrés au commerce après qu'ils ont servi pendant un assez long espace de temps.

Ordinairement les barres qui forment un *rail* ont les mêmes dimensions dans toute leur longueur; quelques ingénieurs se sont écartés de cette coutume en faisant les barres élémentaires des *rails* plus épaisses au milieu que vers leurs extrémités, afin de les rendre plus capables de résister à la pression des chariots. Ce système a ses avantages et ses inconvénients. En 1805, *Nixon* donna aux *rails* en *fer* battu la forme de ceux qui étaient en *fonte*, en faisant passer les barreaux entre des cylindres cannelés.

On rencontre deux sortes d'obstacles principaux sur les *chemins* de *fer* : les *pentes* et les *courbes*.

On ne franchit les *pentes* qu'en faisant usage de moteurs d'une force suffisante. Pour ce qui est des *courbes*, il se présente plusieurs moyens pour obvier à leurs inconvénients :

1° En faisant décrire à la voie, des courbes d'un très-long rayon;

2° En donnant au *rail* extérieur une hauteur capable de neutraliser les effets de la force centrifuge;

3° En faisant varier le diamètre des roues : c'est le système *Laignel*, qui consiste à faire rouler à volonté la roue extérieure sur la jante ou sur son rebord.

Cependant, depuis quelques années, il a été découvert par l'ingénieur *Arnoux* un système de courbes à très-petits rayons, destiné à simplifier essentiellement la construction des *chemins de fer*.

L'importance des *chemins* à petites courbures est depuis longtemps reconnue. Pour peu que le terrain soit accidenté, les frais de construction d'un *chemin de fer* croissent dans une proportion extraordinaire aussitôt qu'on s'impose des règles sévères pour les rayons de *courbures* et pour les *pentes*. La cherté excessive des *chemins de fer* anglais tient à ce que les ingénieurs de la *Grande-Bretagne* n'ont voulu que de petites *pentes* et de grands *rayons*. En *France*, où les capitaux sont peu abondants et défiants, nous n'aurons pas de *chemins de fer* si l'on ne se relâche de la rigueur avec laquelle les *maxima* de *pentes* et les *minima* de *courbures* auront été déterminés d'avance.

De ce point de vue, la découverte faite par M. *Arnoux* et celles de M. *Vilback* et de M. *Laignel* prennent un grand intérêt. En effet, si jusqu'à présent de grands *rayons* ont été jugés indispensables là même où, pour les adopter, il faut à grands frais trancher des montagnes et combler des vallées, il faut en attribuer uniquement la cause à la construction qui a prévalu pour les voitures de *chemins de fer*, mode fort imparfait jusqu'ici. C'est donc à l'aide d'un système tout particulier de voitures suspendues que

M. *Arnoux* est parvenu à découvrir le moyen d'économiser de si grandes dépenses, et ce système consiste en ce que, bien que l'arrière-train de la voiture soit fixé invariablement à la flèche, et que la caisse fasse corps avec elle, cependant l'avant-train, y compris son essieu, est mobile et peut tourner dans tous les sens, ce qui donne le moyen de faire promptement tourner les voitures dans toutes les directions (1).

S'il nous fallait énumérer ici les nombreux perfectionnements apportés depuis cinq ou six ans dans l'art d'établir les *chemins de fer*, ce serait un traité complet qu'il faudrait écrire sur cette matière; mais nous laissons ce soin à d'autres beaucoup plus savants que nous; donc, après le court historique que nous venons de faire sur les *chemins de fer*, nous nous bornerons à expliquer les bases élémentaires de ces sortes de constructions, que tout lecteur pourra facilement comprendre.

Le sol des routes ordinaires, et même celui des chaussées pavées, quand elles ne sont pas bien entretenues ,présentent des inégalités, et par suite occasionnent des frottements qui retardent considérablement la marche des voitures. Cet inconvénient est bien plus grave encore quand les roues s'enfoncent dans de profondes ornières. C'est pour y remédier qu'on a imaginé les *chemins de fer*. Ce système consiste à faire rouler les jantes de *fer* des roues sur des lames ou bandes de *fer* placées parallèlement entre elles, et dont l'intervalle est déterminée par la longueur qu'on veut donner à l'essieu de la voiture; d'où il suit que sur un *chemin de fer*, les voitures doivent être appropriées à la voie, et qu'ainsi toutes les voitures ne peuvent pas y être admises. Dans tout *chemin de fer*, la pente ne devant pas dépasser un *maximum* de 0,01 à 0,015 par mètre de longueur, il s'ensuit que les terrassements sont une des parties essentiellement importantes de son mode d'établissement; ces travaux consistent tantôt en déblais, tantôt en remblais motivés les uns ou les autres par le nivellement que la ligne des *chemins de fer* doit parcourir; il faut donc, avant tout, que l'ingénieur chargé d'un tel travail, ait à procéder à des opérations graphiques pour savoir ce qu'il y aura à trancher dans une montagne, ou à remblayer au-dessus d'une vallée, et fasse aussi pratiquer dans les terrains plans que la ligne doit traverser, de fréquentes sondes pour reconnaître la nature du sol et s'assurer de sa consistance.

Ainsi, quand la terre est *meuble*, c'est-à-dire à molécules extrêmement divisées, il devient nécessaire d'enlever la surface parcourue par la ligne du *chemin* jusqu'à une certaine profondeur, et de la remplacer par des corps doués d'une plus grande résistance, tels que le sable et les cailloux.

On aura également recours au même procédé dans les parties de terrain où la ligne du *chemin* devra passer sur des remblais ou chaussées artificielles.

Toutes les fois, au contraire, qu'on rencontrera un sol *ferme*, c'est-à-dire à molécules compactes et tant soit peu calcaires, il suffira de le *damer* (1), afin d'obtenir un tassement définitif, et que le passage des voitures n'ait à faire subir aucune variation de position aux couches horizontales des terres rapportées.

Il résulte donc de tout ce que nous venons de dire, que les prévisions des dépenses à faire pour établir un *chemin de fer* quelconque, résident non-seulement dans les estimations relatives aux travaux de déblais et de remblais, ainsi que de ponts jetés sur les routes vicinales et autres, chaussées, gares, viaducs, passages à niveau, etc., etc., mais aussi dans celles relatives aux changements accidentels à apporter dans le sol de terrains plans qui ne sont pas de nature à résister d'une manière satisfaisante aux diverses sommes de pression produites par les frottements des roues des voitures sur les *rails*.

Dans la PLANCHE 62e nous avons représenté un fragment de *chemin de fer*, qui a particulièrement trait à cette observation, et qui est placé dans une des conditions les plus défavorables à l'établissement de ce genre de construction.

Nous avons donc supposé que ce même fragment de *chemin* est établi sur un terre-plein remblayé, ou sur un sol meuble, et par conséquent, aussi peu consistant qu'un remblai.

Or, telle a été jusqu'ici la méthode employée par les ingénieurs des ponts et chaussées, ou du moins par M. *Ad. Jullien* (2), dans le *chemin de fer* de Paris à Corbeil, pour prévenir tout cas accidentel de tassement et de dérangement dans le niveau des rails.

Sur une longueur quelconque de terrain remblayé ou de terre *meuble*, suffisamment damée, il a été apposé d'abord une couche de cailloux de grosseur analogue à ceux dont on se sert pour macadamiser les routes, selon une hauteur de $0^m,50$, et ensuite une autre couche de semblable hauteur, mais formée de sable de *mine*, selon que la disposition des lieux pouvait en fournir, ou de sable de *rivière*, à raison de la proximité de la *Seine*.

Cela posé, on comprendra facilement que :

L'épaisse forme en cailloux, composée d'ailleurs de myriades d'éléments très-denses et qui, par leurs formes à peu près rondes, se cohésionnent en tous sens, est bien plus apte à résister aux diverses sommes de pression dont nous avons parlé plus haut, que le sol relativement peu consistant auquel il est superposé, et, que la grande hauteur de cette même forme a déjà absorbé une partie des effets de trépidation

(1) Voir le rapport de M. *Arago* à l'Académie des sciences.

(1) Terme du métier qui veut dire *pilonner*.

(2) M. *Ad. Jullien* est l'ingénieur en chef du *chemin de fer* de Paris à Orléans et à Corbeil.

Ce *chemin de fer*, commencé en 1837, a été livré à la circulation jusqu'à Corbeil à la fin de 1840.

produits par les frottements accélérés des roues sur les *rails* avant que ceux-ci aient pu atteindre ce bas plateau factice et d'une nature peu solide, et, que la forme non moins épaisse de sable, superposée à celle des cailloux, absorbe en bien plus grande partie ces mêmes effets de trépidation, par cela même que, bien qu'elle les reçoive immédiatement, elle a sur celle-ci l'avantage d'être formée d'une quantité innombrable de molécules denses qui se cohésionnent entre elles dans des rapports égaux à leur nombre, et admettent, par le fait de leur agglomération, un ensemble de *décompositions de forces* qu'il n'est donné à qui que ce soit de définir.

C'est, du reste, en vertu de ce même principe que les fondations d'un édifice quelconque ne sauraient être peu solides, étant assises sur le sable que les constructeurs appellent *bon sable* ou sable bouillant (1).

DES CHEMINS DE FER (Planche 62e).

Dans la PLANCHE 62e, la *figure* 1re indique un fragment de *chemin de fer* dont les *rails* en *fer* ou barres ayant chacune 4 mètres de long sont logés, de mètre en mètre, dans des sabots en *fonte* fixés à l'aide de chevilles sur des longrines transversales en bois, et sont serrés par des coins en bois qui amortissent d'autant les effets de vibration produits par les frottements des roues sur les *rails*.

La *figure* 2 est la coupe de ce même fragment de *chemin* et indique les trois natures de formes sur lesquelles repose tout le système.

Dans la *figure* 3 se trouve représentée une travée de ce même *chemin*.

Les *figures* 4 et 5 donnent en coupe et en plan les détails d'un des sabots en *fonte* enclavant les rails de mètre en mètre (*voir les figures* 1, 2 et 3); les chevilles en *fer* à tête et écrou, fixent les sabots en *fonte* sur les longrines en charpente (*voyez les figures* 1, 2 et 3).

Les *figures* 7 et 8 représentent, l'une la plaque tournante ou chariot circulaire destiné à porter les locomotives lorsqu'il s'agit de leur faire opérer un changement de direction; l'autre en est la crémaillère ou plateau de fond, dans lequel est ménagée une voie circulaire à collets, qui règle la direction des galets dont l'office est de faire mouvoir tout le système.

La *figure* 9 indique l'ensemble de ce même système vu en coupe et emboîté dans un massif en pierre de taille. B est un des leviers en *fer* sur lesquels s'appuient les hommes chargés de faire mouvoir la plaque tournante.

(1) On appelle *sable bouillant* un sable fin à travers lequel l'eau bouillonne en le pénétrant. Un terrain de cette nature est très-sûr pour fonder, en bloquant, toutefois, les fondations à bain de mortier et avec célérité.

C, *figure* 10, est le coursier du pivot central A de la plaque tournante.

Ce pivot tourne sur trois boules, dont les révolutions sphériques annihilent les frottements produits par la mobilité de ce même pivot, et lui impriment par conséquent une plus grande célérité, sans qu'il soit besoin de beaucoup d'efforts.

Les *figures* 11 et 12 indiquent les principaux ustensiles dont on se sert pour remettre à niveau telle ou telle travée de *rails* lorsqu'ils viennent à tasser sous la charge des convois; l'un est la *pince* destinée à faire les pesées nécessaires pour enlever les longrines trop enfoncées dans le sol; l'autre est le *refouloir* ou *tournée* en bois, ferrée des deux bouts, et dont on se sert pour refouler le sable sous la longrine en charpente, et lui donner ainsi un point d'appui plus assuré.

Sous-détails de construction.

Ces sous-détails sont établis pour cent mètres de *chemin de fer*, non compris toutefois les frais de terrassements qui varient en raison des positions de terrains que la ligne du *chemin* doit parcourir.

1 mètre courant de rails pèse 29k,23, et coûte avec pose de longrine en charpente. . . .	1fr.,65	le kil.
Un support ou sabot de joint pèse 12k,78, et coûte.	0 33	le kil.
Un support ou sabot intermédiaire pèse 9k,19, et coûte.	0 33	le kil.
100 mètres courants de sabots avec chevilles coûtent de pose.	40 00	
La cheville pèse 0k,2833, et coûte. . .	0 70	l'une.
La pose d'un support ou sabot coûte.	0 15	l'un.
Il entre dans une traverse en bois de chêne 1/10 de stère, et cette traverse coûte.	8 00	l'une.
Une plaque tournante avec tous ses accessoires pèse 4097 kil., et coûte.	0 67	le kil.

D'où il résulte que 100 mètres de *rails* pour *chemins de fer*, assemblés, établis et posés de niveau sur la forme, reviennent à.	11,811fr.,35	
Donc le mètre revient à.	118 1135	
Et la lieue de 5,000 mètres (5 kilomètres) revient à.	590,565 50	

C'est du moins ce qu'a coûté le myriamètre de rails du *chemin de fer* de *Paris* à *Corbeil*, non compris les terrassements, les ponts, etc., etc. L'on peut, du reste, ajouter foi à ces sous-détails; car ils résultent des documents qui nous ont été communiqués par M. *Warmont*, conducteur principal des travaux de cette nouvelle ligne.

CHAPITRE V.

DES CAISSONS EN FONTE POUR LA CONSTRUCTION DES JETÉES,

FONDATIONS, BASSINS, QUAIS, DIGUES A LA MER, ETC., ETC.

Le titre : *De l'application générale de la fonte, etc.*, qui résume en lui la spécification de toutes les parties qui composent cet *ouvrage*, nous imposait la stricte obligation de reproduire tous les systèmes de *constructions métalliques* qui ont déjà subi la sanction de l'épreuve, et dont les applications, tous les jours plus nombreuses, parce qu'elles sont de mieux en mieux raisonnées, augmentent à l'infini les ressources de *l'art de bâtir*. Nous ne négligerons donc pas d'initier ici nos lecteurs dans les détails d'une méthode qui, pour être encore en quelque sorte inconnue, eu égard à l'extrême rareté de sa mise en pratique, n'en mérite pas moins d'être étudiée, connue et appréciée par tous les constructeurs ; c'est, en un mot, d'un système de *caissons* en *fonte* pour la construction des jetées, fondations, bassins, quais, digues à la mer, etc., etc., que nous voulons parler.

Certes, toutes les fois qu'il s'agit de progrès et de perfectionnement, celui-là qui s'en rend l'écho afin d'en étendre les applications, manquerait essentiellement à ce qu'il doit aux obligations d'une nationalité bien comprise, si, avant d'aller puiser ses exemples à l'étranger, il n'interrogeait d'abord tout ce qui a pu être inventé, fait et sanctionné par l'expérience dans son propre pays ; mais si, au contraire, à défaut de ces dernières ressources, il s'empresse de livrer à la publicité, les combinaisons de tel ou tel système dû au génie d'un autre peuple, et qui, par les raisons d'économie qu'il présente, puisse être, de préférence à tout autre, approprié à des besoins qui, chez nous, entraînent forcément à des dépenses exorbitantes, il remplit dès lors une mission d'autant plus honorable et digne d'encouragement, que les idées qu'il propage doivent tourner toutes au profit de l'intérêt commun, et agrandir ainsi à l'infini le cercle de notre industrie.

Le système de construction que nous allons traiter est dû à M. *Deeble*, ingénieur anglais, et importé en France par M. *Gustave Heller*, ingénieur français, qui a mis tout le monde à même de profiter des vues utiles que contient l'ouvrage de M. *Deeble*, en le transportant dans notre langue (1), et en l'accompagnant d'un dessin très-détaillé, dont la description va suivre.

PLANCHE 63e. — Le moyen proposé par M. *Deeble* consiste dans la formation de caissons en *fonte* de *fer* de diverses figures ; ces caissons s'assemblent entre eux au moyen de queues d'aronde pratiquées sur toutes les faces, excepté sur celle du parement, et on les emplit en maçonnerie après les avoir mis en place.

Pour diminuer encore la tendance aux glissements des différentes assises sur elles-mêmes, M. *Deeble* indique l'emploi de caissons qui n'ont que la moitié de la hauteur des autres, avec lesquels on doit former alternativement la première assise inférieure.

Cet ingénieur annonce une très-grande économie dans l'emploi de ce système de construction, comparé avec celui des maçonneries en *pierre de taille*.

Du reste, on ne peut pas se dissimuler que, d'un côté, la *pierre de taille* est moins rare, et d'un autre côté, la *fonte* plus chère chez nous que chez nos voisins d'outre-mer ; mais aussi, on doit reconnaître

(1) Une brochure in-4° avec planche, par M. Gustave Heller. *Carilian-Gœury et V. Dalmont*, éditeurs, 1831.

qu'il y aura beaucoup de circonstances où les moyens proposés par M. *Deeble* trouveront des applications avantageuses dans nos travaux ; ses *caissons* pourront notamment remplacer nos grillages en *charpente*, dont beaucoup d'ingénieurs rejettent ici l'emploi, à cause de la tendance des *bois* à pourrir lorsqu'ils ne sont point continuellement sous l'eau ; ils seront également employés utilement dans les pays où il n'existe pas de *pierre de taille* ; enfin leur usage pourra devenir de plus en plus général, à mesure que nos forges prendront plus de développement et que le prix des *fontes* baissera.

« ..... Les limites de cette brochure, dit M. *Deeble*, » ne nous permettent pas d'énumérer les ravages que » l'Océan a occasionnés sur les côtes d'Angleterre et » sur celles des autres pays, ni les déplorables effets » des inondations dans les terrains bas. Nous ne pou- » vons cependant nous empêcher de rapporter ici » quelques-unes des circonstances qui nous ont fait » naître l'idée et l'espérance de trouver un remède à » ce terrible fléau.

» La ville d'Aldborough était autrefois beaucoup » plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui ; mais la » mer en a enlevé une des principales rues, et, tout » récemment encore, elle a fait des empiétements » considérables sur le territoire voisin.

» A Cromer, une des églises et plusieurs maisons » ont été détruites par une inondation, et des sommes » considérables ont été employées, à différentes épo- » ques, en efforts superflus pour élever une digue » que la mer enlevait à chaque essai.

» Un propriétaire ingénieux et plein de mérite a » tenté dernièrement de reconquérir sur la mer une » grande étendue de terrain adjacent à sa propriété ; » il procéda par la méthode ordinaire, c'est-à-dire en » élevant une digue ; mais comme les progrès en » étaient nécessairement lents, les travaux furent ex- » posés à de fréquentes tempêtes ; néanmoins, à l'aide » d'une grande surveillance personnelle, il espérait » mener à une heureuse fin cette entreprise difficile, » lorsque, pendant l'absence temporaire des ouvriers, » la mer en fureur rompit tout à coup la digue, et en- » viron 8,000 acres de terre furent de nouveau recou- » verts par les eaux.

» Durant l'hiver de 1826, dans le voisinage de » *Dantzick*, entre *Freyenhoff* et *Elbing*, sur les bords » de l'île de *Nogut*, les digues furent emportées, et » un espace de trois mille carrés allemands, contenant » trente et un villages et onze mille habitants, fut en- » tièrement inondé.

» La terrible opiniâtreté et les effets funestes de la » fièvre, causée par l'inondation et la stagnation des » eaux dans les environs de *Bruxelles*, sont encore » gravés dans la mémoire de tout lecteur, et le der- » nier débordement de la *Néva*, qui coûta la vie à tant » de monde et engloutit tant de propriétés, sera long- » temps le sujet des plus tristes souvenirs.

» Afin de ne pas arrêter plus longtemps le lecteur » par le récit de faits dont nous pourrions citer un » plus grand nombre, nous allons entrer dans quel- » ques détails sur le projet que nous avons conçu, » dans le but de prévenir le retour de semblables dé- » sastres. Nous avons principalement eu pour objet, » dans l'application de notre plan, les digues à la mer » et autres travaux analogues sur les côtes, parce que » nous pensons qu'il offrira souvent, dans de telles » occasions, un succès qu'on chercherait en vain par » un autre mode de construction ; mais il est égale- » ment applicable dans une foule de circonstances où » les travaux exigent de la promptitude et de la » force.

» Rien n'est plus facile à démontrer que, non-seu- » lement l'usage des *caissons* métalliques est préfé- » rable, mais décidément supérieur à l'emploi de la » *pierre*, et qu'il offre des avantages considérables » sous le double rapport de l'économie et de la sé- » curité.

» Le *caisson* métallique à queue d'aronde, considéré » mathématiquement, est d'une telle force dans ses » diverses formes, qu'on peut presque le regarder » comme parfait, et l'on peut lui donner, en tout » temps et sans altérer son principe, tel poids qu'exige » la circonstance où il est employé. Son mode d'as- » semblage est universel, que sa direction soit oblique, » horizontale ou verticale. La dépense qu'il exige, » comparée à celle de la *pierre*, doit varier suivant la » localité ou la variation des prix : en général, elle » peut être évaluée aux deux tiers, et présente quel- » quefois un bénéfice des quatre cinquièmes au » moins.

» Les formes du *caisson* à queue d'aronde, à en ju- » ger d'après la grande variété que nous avons déjà » obtenue, peuvent s'étendre à l'infini, et sa force, » dans presque tous les cas, sera égale à celle d'une » clef de voûte en *pierre*, sans que sa structure soit » affaiblie au même degré par aucun des accidents qui » lui causent ordinairement des dommages.

» La construction du *caisson*, considérée sous le » rapport de la matière et de la forme, laisse un vaste » champ à la volonté du constructeur, de sorte qu'on » peut ne lui donner que la force d'une *pierre* ordi- » naire ou une force beaucoup plus grande, puisque » ce n'est autre chose qu'une boîte métallique creuse, » généralement ouverte aux deux extrémités supé- » rieure et inférieure, dont les côtés peuvent avoir » une épaisseur d'un demi-pouce (1) à un pouce et » davantage, selon la force et le poids que la circon- » stance exige, ce qui donne le moyen de l'appliquer » à tous les cas particuliers. Dans les travaux ordi- » naires de *docks* ou de digues de canal, la face pla- » cée du côté des eaux doit avoir une épaisseur de » trois quarts de pouce et davantage dans la même

(1) Le pouce anglais égale 0m,0254.

» proportion, si le *caisson* a à supporter une forte » pression des eaux de la mer; les autres faces peu- » vent être moins épaisses, et l'intérieur, dans tous » les cas, doit être rempli de chaux liquide et de blo- » caille, ou de toute autre matière analogue qu'on » puisse se procurer sur-le-champ, de manière à » former avec le métal une masse solide. Les *caissons* » servant de fondation doivent être fermés dans le » fond. On propose de leur donner 7 pieds de lon- » gueur, 3 pieds de hauteur et de 2 à 5 de largeur, » suivant la nature et la force demandée des travaux » auxquels ils seront employés.

» Si l'on ne veut faire qu'une muraille simple dans » des travaux ordinaires, les queues d'aronde ne doi- » vent s'assembler qu'aux deux extrémités du *caisson*; » mais si l'on veut élever ensemble trois murailles et » n'en former qu'une seule masse, chaque *caisson* de- » vra se lier à six autres *caissons*, quoiqu'il n'y ait que » cinq queues d'aronde; si enfin des travaux considé- » rables en exigeaient dix, cinquante ou davantage » en largeur, la même forme serait encore applicable. » Lorsqu'on élève plusieurs *caissons* les uns sur les » autres, il est presque inutile de dire qu'on doit bri- » ser les joints horizontaux en commençant alterna- » tivement chaque rangée par un *demi-caisson*, de » manière à former du tout un même corps, et à lier » ainsi chaque pièce à celles qui se trouvent immé- » diatement au-dessus et au-dessous. »

CAISSONS MÉTALLIQUES.

La *figure* 1 de cette 63e PLANCHE représente le plan d'un *caisson* oblong avec des queues d'aronde à ses deux extrémités seulement. Cette figure est applicable aux lignes droites, soit dans la construction des digues exposées à l'action de l'eau, soit dans l'intérieur de travaux lourds, comme contre-forts, arcs-boutants, etc., qui doivent être cachés sous la terre. Cette forme n'admet que peu de changements dans ses applications et aucune augmentation de force ou de pesanteur au delà de ce qu'on peut gagner par l'accroissement de l'épaisseur des côtés.

La *figure* 2 est la forme la plus universelle qu'il soit possible de produire; on peut la multiplier à l'infini et la considérer comme parfaite, puisqu'elle n'exige aucun changement de forme dans ses faces latérales pour compléter un ouvrage, ses extrémités pouvant être terminées d'une manière convenable en remplissant l'entaille de la queue d'aronde, au moyen d'une demi-queue d'aronde portative, comme celle indiquée par la *figure* 8.

La *figure* 3 donne la forme que l'on peut employer dans une ligne courbe le long des côtes, où une force considérable est nécessaire; elle peut également s'appliquer aux jetées et aux bastions. La saillie *a* est une demi-queue d'aronde qui pourrait servir à l'attacher à un contre-fort. Ce *caisson*, si on jugeait nécessaire d'y ajouter une autre ligne courbe, ferait l'effet d'une voûte et contre-voûte.

La *figure* 4 est un *caisson* courbe ayant des redans pour lier la ligne principale au bastion, comme on peut le voir dans la *figure* 12. On peut ainsi former un angle quelconque entre la ligne principale et le bastion, en faisant tout simplement mouvoir ce *caisson* dans la direction nécessaire.

La *figure* 5 peut être variée de manière à former un triangle équilatéral ou un triangle isocèle; elle est à la fois très-simple et d'une force considérable. On peut se faire une idée de son importance par la *figure* 15.

La *figure* 6 est composée de deux triangles rectangles. Ces *caissons* s'assemblent à rainures et languettes, qui, lorsqu'elles sont combinées, forment des queues d'aronde, comme on peut le voir dans la *figure* 16.

La *figure* 7 est un hexagone; ce *caisson* s'assemble, comme le précédent, à rainures et languettes, et ne peut former une construction parfaite et sûre qu'autant qu'on en réunit trois ou davantage, comme dans la *figure* 17. Il acquiert ainsi un degré considérable de force, et peut s'appliquer aux fondations de phares, fortifications ou autres constructions sur le sable, dans les marais ou sur le bord des rivières.

La *figure* 8 représente la queue d'aronde portative que l'on doit employer dans le cas où deux *caissons* avec rainures se trouvent joints ensemble, ce qui peut arriver fréquemment dans l'intérieur des travaux considérables.

La *figure* 9 est la forme demi-circulaire que l'on peut appliquer aux queues d'aronde extérieures de la forme universelle, *figure* 2, ainsi qu'on le voit dans la *figure* 19.

La *figure* 10 est une combinaison des *figures* 1 et 2; elle offre une application du *caisson* oblong dans les arcs-boutants et contre-forts, dans les circonstances où un poids plus considérable de métal serait une dépense inutile.

La *figure* 11 est une répétition de la forme universelle : on peut en voir une application générale dans cette *figure*, et se faire une idée de la force qu'elle communique aux six autres, avec lesquelles elle se trouve liée, et de celle qu'elle en reçoit.

La *figure* 12 représente une portion de bastion et son mode d'assemblage avec la ligne principale.

La *figure* 13 est une ligne courbe à laquelle est attaché un contre-fort *a*. En ajoutant une autre ligne courbe et les disposant comme l'indique la *figure*, on peut obtenir une force considérable.

La *figure* 14 fait voir la queue d'aronde portative appliquée entre deux *caissons* oblongs.

La *figure* 15 représente deux *caissons* triangulaires joints ensemble : on a indiqué une queue d'aronde à l'angle vertical pour faire voir qu'on peut y adapter une autre forme quelconque; mais lorsque la queue

d'aronde est tournée du côté de la mer, elle doit être formée de manière à présenter des angles obtus, comme l'indiquent les lignes *a* et *b*.

La *figure* 16 est une répétition de la *figure* 6 ; elle peut s'appliquer à tous les travaux en ligne droite, et en ajoutant des queues d'aronde à l'extérieur, on peut aussi lui donner une largeur plus grande. L'application de cette forme de *caisson* sera surtout utile dans le cas où un ouvrage d'une petite étendue devra résister à une pression extraordinaire, chaque partie de l'intérieur étant également forte.

La *figure* 17 présente la forme hexagonale assemblée ; on peut supprimer les rainures et languettes extérieures et placer dans les angles intermédiaires, tels que celui indiqué par la lettre *a*, une figure triangulaire, dans le cas où le *caisson* hexagonal est employé à la construction sous-marine de bâtiments exposés à l'action de la mer.

La *figure* 18 est une forme applicable aux travaux légers, et dont tous les côtés peuvent être très-minces, en conservant toujours une force considérable.

La *figure* 19 représente la forme semi-circulaire, dont on a donné l'explication dans la description de la *figure* 9 ; on peut s'en servir, soit pour obtenir une force plus grande, ou simplement comme ornement.

La *figure* 20 est la coupe d'une digue en talus, dont l'angle peut varier suivant les positions où elle est appliquée. La masse entière des *caissons* formant talus devra s'unir par une ligne droite à la muraille perpendiculaire, à l'exception du *caisson* supérieur marqué *c*, qui forme lui-même une partie de cette muraille et sert ainsi, en s'étendant au-dessus des autres *caissons* formant talus, à les lier plus fortement ensemble : on pourra donner au *caisson*, attendu sa longueur, deux queues d'aronde indiquées en *a* et *b*.

La *figure* 21 présente trois moyens différents de laisser des jours dans les faces latérales des *caissons* destinés à des travaux légers, afin de diminuer le poids et la dépense du métal.

La *figure* 22 offre l'extrémité d'une jetée avec un bastion ; la ligne ponctuée de *a* en *b* fait voir la limite du talus. Les contre-forts sont placés à des distances convenables pour assurer une grande stabilité, et les rainures laissées dans l'intérieur des faces principales donnent aux ingénieurs la facilité d'ajouter des contre-forts ou arcs-boutants partout où il sera nécessaire.

La *figure* 23 est une partie de l'élévation du même ouvrage, et fait voir les joints horizontaux brisés, que l'on peut toujours former, ainsi qu'on l'a dit plus haut, en commençant alternativement chaque rangée verticale par un *demi-caisson*.

La *figure* 24 est un exemple de la méthode proposée pour accroître la force de résistance au moyen de bras inclinés : cette construction est légère et peut s'employer dans l'intérieur d'une jetée ou d'une digue à la mer.

La *figure* 25 est destinée au même usage, mais sur une plus grande échelle ; le *caisson a*, qui sert de clef, étant moins allongé, possède une force plus considérable. Les autres *caissons-clefs b* et *c* font voir la manière de lier les diagonales à la muraille principale, au moyen de saillies qui doivent toujours être intérieures.

La *figure* 26 présente un autre moyen de lier les contre-forts à la ligne principale. Ici, la forme du *caisson* central, placé entre les deux contre-forts diagonaux, diffère de la forme généralement usitée, en ce qu'elle a des rainures de chaque côté et une demi-queue d'aronde à chaque coin de l'extrémité extérieure : les *caissons* d'angle *d* et *e* doivent s'ajuster aux deux côtés du *caisson* central.

Les *figures* 27, 28 et 29 font voir l'*élingue* destinée à élever ou à abaisser les *caissons* : elle consiste en deux fortes barres *a* et *b*, *figures* 27 et 29, unies au centre par un fort boulon, retenu par un écrou de manière à permettre aux deux barres de tourner autour du boulon. A ces barres sont attachées les quatre cordes *cccc*, au moyen d'œillets fixés à leurs extrémités. Deux de ces cordes sont soutenues par des aiguillettes avec crosses de *fer*, suivant l'usage ordinaire, et les deux autres, au moyen de vis régulatrices *dd*, *fig.* 27 et 29. Les extrémités supérieures des cordes *cccc* sont attachées aux trois anneaux *g* suspendus à une poulie mouflée, fixée par une corde à un autre moufle, qu'on n'a pas indiqué dans le dessin, mais qui est supporté par les moyens ordinaires et bien connus. Lorsque les barres *a* et *b* sont placées de manière à former quatre angles droits, on pose leurs extrémités en dessous des quatre tenons saillants *eeee*, *fig.* 28, destinés à cet usage et faisant corps avec le *caisson*. Afin de dégager les barres croisées *a* et *b* de dessous les tenons *eeee*, on a imaginé la méthode suivante ; *hh* représentent deux barres de métal réunies au point *i* et fixées à charnière à une extrémité des deux traverses *a* et *b*. Au point de jonction *i* se trouve un anneau *k*, auquel est attachée une corde *l*, qui passe autour d'une poulie fixée comme celles dont nous avons parlé plus haut, et descend à la portée des personnes occupées à diriger la pose du *caisson*. Dans la *figure* 27, les deux barres *hh* sont représentées horizontalement et formant une ligne droite et inflexible, qui tend à maintenir les traverses *a* et *b* dans leur position propre, c'est-à-dire à angles droits, comme on l'a dit plus haut ; mais en tirant la corde *l*, on fait lever les barres *hh*, et les extrémités des traverses *a* et *b* se trouvant, de cette manière, rapprochées l'une de l'autre (ainsi qu'on peut le voir dans la *figure* 29, et par les lignes ponctuées dans la *figure* 28), l'*élingue* est facilement dégagée du *caisson*.

Quant au prix du *caisson* métallique, on ne peut rien statuer de positif, le prix du métal éprouvant des variations considérables, et la différence de valeur entre

e *fer* et la *pierre* dépendant beaucoup des localités.)n dira seulement, et l'expérience le prouve, que 'économie obtenue par l'usage du *caisson* peut aller, lans certains cas, à 20 pour 100, dans d'autres à 30 :t même à 50 et au delà.

L'avantage de l'économie de temps dans les tra- raux sur les côtes est sans contredit de la plus haute mportance. On peut maintenant élever une digue à a mer de la plus grande étendue, sans crainte de voir létruire ses espérances, tandis que pendant les délais ue nécessitent les ouvrages en *pierre*, les flots qu'on 'est en vain efforcé d'arrêter viennent souvent, par ne irruption soudaine, détruire tous les travaux; 'est pourquoi, plus on pourra accélérer l'exécution de emblables entreprises, plus on sera certain du succès.

Telle est la description que M. *Heller* nous a donnée du système de *caissons* métalliques, inventé par l'ingénieur *Deeble*, système qu'à notre tour nous nous sommes empressé de reproduire ici, parce que nous avons compris combien, dans une foule de circonstances, il peut recevoir d'utiles applications, et venir en aide à tous les constructeurs qui, aujourd'hui plus que jamais, rivalisent de zèle et de génie dans les travaux confiés à leur expérience, à leurs talents et à leurs soins.

Revêtue de la sanction de l'épreuve, et protégée par l'opinion des maîtres de la science, cette méthode de construire, encore toute nouvelle pour la plupart de nous, devait naturellement trouver sa place dans ce *Traité d'application*, et méritait, à juste titre, d'en former le dernier chapitre, comme elle est digne, sous tous les rapports, d'en désigner la fin.

TITRE VIII.

CONCLUSIONS.

Dans cette tâche toute laborieuse, accomplie en vue seule de la plus grande extension possible d'une des plus savantes parties de *l'art de bâtir*, quel était le but auquel devaient tendre tous nos efforts....? celui de classer et d'exposer avec clarté et méthode les divers systèmes de construction dont les nombreuses applications du *fer*, de la *fonte* et de la *tôle*, destinées dès aujourd'hui à être connues de tous, ont à jamais consacré le principe. Avons-nous, comme narrateur exempt de toute partialité, consciencieusement rempli le mandat, bien honorable sans doute, mais hérissé d'écueils, que nous nous sommes volontairement imposé? C'est ce que saura juger le tribunal suprême de *l'opinion publique*, *qui pèse tout à sa juste valeur et sait accorder à chacun selon ses œuvres.*

Que si, parfois, dans le cours de nos développements et de nos descriptions touchant les nombreux sujets contenus dans ce livre, nous n'avons pu quelquefois résister à l'influence de certaines réflexions sur telle ou telle matière, nous avouerons bien franchement et sans détours qu'elles nous ont été suggérées par ce sentiment bien louable : qu'elles pourront motiver un jour des investigations sérieuses et approfondies d'où surgiront peut-être des systèmes en tout préférables à ceux que nous avons décrits.

Pénétré de cette grande vérité, que *la pratique a ses nombreux sectateurs comme la science a les siens*, nous nous sommes toujours scrupuleusement attachés à démontrer nos propositions sous un jour accessible à toutes les intelligences ; et si, bien souvent, il nous a fallu consacrer de longues veilles à consulter les œuvres célèbres de ces savants dont la France s'honore à si bon droit, et à leur emprunter quelques parcelles de ces richesses qui sont autant de bienfaits répandus sur notre instruction, nous avons été soutenu dans ce travail si ardu, et souvent hors de la portée de nos forces, par ce puissant mobile : le seul désir de faire quelque chose d'utile, de profitable et d'instructif, tant pour le corps respectable des constructeurs dont nous nous honorons de faire partie, que pour la génération qui nous suit.

Ce n'était donc qu'en interrogeant les écrits des savants auteurs qui ont trouvé leurs plus belles inspirations dans l'exécution même des différents systèmes qu'ils ont eu le bonheur de mettre au grand jour, que nous pouvions coordonner tous les éléments qui concourent à l'ensemble de ce traité, et établir en quelque sorte entre eux, une espèce de connexité qui empêchât que la transition d'un système à un autre ne parût trop subite.

D'un autre côté, ce serait gravement manquer au devoir sacré d'une reconnaissance justement acquise, si nous oubliions de remercier bien sincèrement le savant étranger qui, en voulant bien nous communiquer de précieux documents sur les constructions en *fer*, *fonte* et *tôle*, déjà exécutées en *Russie* (documents qu'à notre tour nous nous sommes empressé de traduire textuellement), a donné lui-même à notre livre ce degré d'intérêt qu'il n'eût pas certainement atteint si nous avions été réduit à ne parler que de systèmes de *ferronnerie* dus à des constructeurs français, et exécutés seulement sur notre sol.

Nul ne peut se dissimuler que si la *théorie* n'a jamais rien perdu de l'étendue de son domaine, depuis dix ans surtout, la *pratique* a gagné un immense terrain dans les esprits du plus grand nombre de nos savants.

eaucoup d'entre eux, en effet, ne craignent plus au-ourd'hui de se mettre en contact direct avec les prati-iens; ils écoutent volontiers leur raisonnement, le plus ouvent basé sur l'expérience des faits, et trouvent uelquefois bien des charmes à y découvrir sans efforts a solution d'importants problèmes qui, cependant, vaient pu captiver longtemps leur extrême attention.

Cette manière de voir, en parfaite harmonie avec esprit de notre siècle qui, avant tout, s'attache au ositif, a dû nécessairement imprimer une direction oute nouvelle aux auteurs qui consacrent leurs veilles t leurs talents à des travaux d'autant plus utiles u'ils ont pour unique objet l'accroissement des lu-nières et de l'instruction de tous; et nous en trou-ons les preuves authentiques dans nombre d'ouvrages ù le raisonnement pratique sur tel ou tel système récède toujours les *formules* abstraites qui les défi-nissent mathématiquement, c'est-à-dire au haut point le vue de la science.

Qu'on veuille, en effet, consulter un instant les écrits mpérissables des Quatremère de Quincy (*Dictionnaire istorique d'architecture*), des Tarbé de Vauxclairs *Dictionnaire des travaux publics, civils, militaires et naritimes*), des Polonceau (*Notice sur le nouveau ystème de ponts en fonte*), des Navier (*Mémoire sur es ponts suspendus*), des Sganzin (*Programme ou ésumé des leçons d'un cours de constructions, considé-ablement augmenté par l'ingénieur* Reibell), des Emy *Traité de l'art de la charpenterie*), des Ardant (*Expé-iences sur les combles en charpente à grandes portées*), les Seguin (*De l'influence des chemins de fer et de l'art le les tracer et de les construire*) (1), et tant d'autres livres non moins remarquables, dont il serait trop long de donner ici la nomenclature, et il sera facile de se convaincre que les théorèmes les plus savants et les plus compliqués y sont toujours démontrés sous le double point de vue de la *théorie* et de la *pratique*, et par conséquent de manière à être accessibles à toutes les intelligences.

Praticien nous-même, et guidé par de tels précé-dents, nous avons dû suivre une route si heureuse-ment tracée. C'est donc pénétré de toute l'impor-tance du service que nous pouvions rendre à *l'art du constructeur*, et après de laborieuses recherches sur les nombreuses applications déjà faites du *fer*, de la *fonte*, de la *tôle* et des *poteries* dans toutes sortes de travaux civils, industriels et militaires, etc., etc., comme soutenu aussi par le bienveillant accueil que le public a daigné faire à notre premier ouvrage, et en-couragé par cela même à faire encore davantage, que nous avons entrepris la tâche honorable, mais bien difficile, de faire disparaître une lacune qui, depuis bien longtemps déjà, demandait à être comblée, en un mot, d'exposer, dans un recueil méthodiquement classé, les systèmes les mieux entendus de construc-tions métalliques, dont la supériorité sur ceux en charpente ne saurait être actuellement contestée. Cette tâche, toute laborieuse, l'aurons-nous accomplie à la satisfaction de ceux qui nous liront? C'est ce que nous ne nous permettons pas de préjuger; et si, parfois, le sujet s'est trouvé au-dessus de nos forces, c'est en prouvant que nous n'avons reculé devant aucune dif-ficulté que nous espérons avoir acquis quelques droits à l'indulgence de nos juges; car nos raisonnements, plus ou moins exacts et peut-être aussi quelquefois peu fondés touchant tel ou tel système pour ainsi dire encore inconnu, auront ouvert un vaste champ aux idées des hommes les plus disposés à étendre les limites de cette savante partie de la *construc-tion*.

Rendues en termes simples, comme absolument dégagées de toutes *formules*, nos propositions auront été sans doute facilement comprises, car elles sont es-sentiellement élémentaires, et par conséquent aussi bien à la portée du praticien habitué d'ordinaire à juger des effets et des causes par le sentiment de son expérience et de ses études toutes positives, qu'à celle du jeune artiste dont les études beaucoup plus compliquées, parce qu'elles sont à la fois théori-ques et pratiques, ont à embrasser des connaissances approfondies sur toutes les branches de la *construction*, et à défaut desquelles il ne pourrait consciencieuse-ment conquérir un jour l'honorable titre d'architecte.

En effet, la direction actuellement imprimée à l'étude des beaux-arts, et notamment à celle de l'Architecture, est logiquement basée sur ce grand principe, que : *Nul ne doit passer maître avant d'en posséder le savoir et tout ce qui en fait la dignité.*

Partant, c'est en vertu de ce même principe qui, selon nous, doit être considéré comme un *lemme*, que toute instruction ne saurait être ni exacte ni com-plète, si les sciences théoriques qui en constituent la plus belle part ne s'appuyaient sans cesse sur celles non moins puissantes de l'expérience et de la pra-tique.

Ce traité, ayons-en l'espoir, sera donc accueilli avec un certain degré d'intérêt par cette pépinière de jeunes artistes qui, pénétrés de ce que la société exi-gera d'eux un jour, suivent maintenant avec tant de zèle et d'assiduité le *cours de construction* de l'école des beaux-arts; et, pour peu que les intéressantes notions que ce livre renferme, viennent les aider à résoudre les problèmes qui leur sont posés par leur habile et savant professeur (1), nous aurons, à notre tour, atteint le seul but auquel aspirait notre am-bition.

Que si, parfois aussi, nos hommes d'élite daignent

(1) Tous ces ouvrages se trouvent à la librairie de MM. Carilian-Gœury et V. Dalmont, éditeurs, quai des Augustins, nos 39 et 41.

(1) M. Jay, architecte des travaux publics, professeur de construction à l'école royale des Beaux-Arts.

jeter un coup d'œil sur cet ouvrage tout élémentaire, nous avons la ferme confiance qu'ils applaudiront, sinon peut-être au résultat, du moins à l'intention toute louable qui a dirigé nos constants efforts, car, avant tout, ils veulent, dans leur sagesse, que la *pratique* compte pour quelque chose dans les titres dus à l'habileté et au talent, lorsque pour tout savant comme pour tout artiste il s'agit de franchir le seuil de ce grand sanctuaire où se cueillent si glorieusement les palmes immortelles des arts et de la science.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

TITRE PREMIER.

Pages.
CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. 1

TITRE II.

DU FER ET DE LA FONTE SUIVANT LEURS DIFFÉRENTS EMPLOIS.

CHAPITRE PREMIER.

Des colonnes en fonte. 9

CHAPITRE II.

Du fer de gros ouvrages, ou gros fer. 12

CHAPITRE III.

De l'application des sabots en fonte dans la construction des planchers (dits anglais). 16

CHAPITRE IV.

Des escaliers en fonte. 18

CHAPITRE V.

Des balustres et des barreaux de rampes en fonte. 20

CHAPITRE VI.

De certaines applications du fer et de la fonte dans des circonstances exceptionnelles. 22

CHAPITRE VII.

De l'usage du fer, de la fonte et du cuivre dans la construction et la décoration des monuments. 26
Fontaines de la place de la Concorde. . . . . *Id.*
Fontaine de la place Richelieu. 29
Arc-de-Triomphe à Saint-Pétersbourg. 31

TITRE III.

DES APPLICATIONS COMBINÉES DU FER, DE LA FONTE ET DE LA TÔLE DANS LA CONSTRUCTION DES COMBLES.

CHAPITRE PREMIER.

Des combles de monuments. 32
Projet du comble de la cathédrale de Chartres, par M. Rousset. 33
Projet du comble de la cathédrale de Chartres, par M. Leturc. 35
Comble exécuté par MM. Émile Martin et Mignon. 37

CHAPITRE II.

Des combles de hangars, d'entrepôts, de douanes et de roulages; des combles de halles, de marchés couverts et de gares de chemins de fer. 39
Comble en fer et fonte d'une grande cour couverte pour douanes, entrepôts, roulages et gares de chemins de fer. . 40
Projet de comble en fer et fonte du marché des Blancs-Manteaux. 41
Comble en fonte de l'usine à gaz de Perrache, à Lyon (Rhône). 42
Comble en fer et fonte de l'abattoir du marché à la volaille, à Paris. . . . . *Id.*

CHAPITRE III.

Des combles et des planchers de palais et de grands édifices publics. 45

TITRE IV.

DE L'APPLICATION DE LA TÔLE COMME ÉLÉMENT PRINCIPAL DANS LA CONSTRUCTION DES PLANCHERS ET DES COMBLES.

CHAPITRE PREMIER.

Poutrelles creuses en tôle employées pour des planchers de 12 à 16 mètres de largeur. 50

CHAPITRE II.

Des combles et des planchers perdus en tôle, fer et fonte. . 51
De l'application d'un système de charpente en tôle, fer et fonte, dans les combles et les planchers perdus formant plafonds. . . . . *Id.*
Des fermes de planchers en tôle avec liens et embrassures en fer. 52

CHAPITRE III.

Des grands combles cintrés et à pans droits en tôle. 54
Comble en tôle et fer de l'usine de Kolpino (Russie). . . . . *Id.*
Comble des usines de Goroblagotatz et de Nigno-Taguilsk (dans l'Oural) (Russie). 55
Comble en tôle de l'usine de Verchné-Saldinsk (dans l'Oural) (Russie). 56

TITRE V.

DES DIVERS EMPLOIS DU FER FORGÉ ET TRÉFILÉ, DE LA FONTE ET DE LA TÔLE, DANS LA CONSTRUCTION DES COMBLES DE THÉATRES, DES CHÉNEAUX DE TOITURES ET DES GRANDES SERRES CHAUDES.

Pages.

CHAPITRE PREMIER.

Théâtre Alexandrin, à Saint-Pétersbourg. 60
Comble du théâtre Alexandrin. 61
Comble en bois du panorama de Moskow, soutenu par des cordes métalliques tréfilées et par des poinçons en fonte. . *Id.*

CHAPITRE II.

De l'emploi de la fonte comme chéneaux dans les combles de monuments et de maisons particulières. 64
Des chéneaux en pierre. 65
Des chéneaux en plomb. 66
Des chéneaux en zinc. . . . . *Id.*
Des chéneaux en bitume. 67
Des chéneaux en fonte. 68

CHAPITRE III.

De l'application de la fonte à la construction des grandes serres chaudes, etc. 71

TITRE VI.

DE L'EMPLOI DE LA FONTE COMME DÉCORATION ISOLÉE ET ORNEMENTS DE DÉTAIL.
DE L'APPLICATION DE LA TÔLE A LA CONFECTION DES CROISÉES, DES CHASSIS DE COMBLES, ETC., ETC.

CHAPITRE PREMIER.

De la fonte comme décoration, etc., etc. 75
Colonnes rostrales, lampadaires et candélabres 77

CHAPITRE II.

Pages.
De l'application de la tôle à la confection des croisées, des châssis de combles, etc., etc. 80

TITRE VII.

DES APPLICATIONS VARIÉES DU FER ET DE LA FONTE DANS LA CONSTRUCTION DES PONTS FIXES ET SUSPENDUS, DANS CELLES DES ÉCLUSES, DES CHEMINS DE FER ET DES DIGUES A LA MER, ETC.

CHAPITRE PREMIER.

Des ponts fixes. 83
Pont biais en fonte de fer, à Saint-Pétersbourg. 85
Pont en fonte, dit du Carrousel, à Paris. 86

CHAPITRE II.

Des ponts suspendus. 90
Pont suspendu à des faisceaux de fils de fer, construit sur le Rhône, entre Tain et Tournon. 93
Pont suspendu de Saint-André-de-Cubsac. 94

CHAPITRE III.

Des écluses. 96
Porte d'écluse en fonte de fer des docks de Cronstadt (Russie). 97

CHAPITRE IV.

Des chemins de fer. 99

CHAPITRE V.

Des caissons en fonte pour la construction des jetées, fondations, bassins, quais, digues à la mer, etc., etc. 103

TITRE VIII.

CONCLUSIONS. 108

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 1re. (*Page* 10 *du texte.*)

Des colonnes en fonte.
Colonnes simples et accouplées. Détails.

PLANCHE 2. (*Page* 12 *du texte.*)

Du fer de gros ouvrages ou gros fer.

PLANCHES 3 et 4. (*Page* 15 *du texte.*)

Exemple d'une des applications du fer de gros ouvrages ou gros fer. Ensemble, détails.

PLANCHE 5. (*Page* 17 *du texte.*)

Des sabots en fonte pour planchers dits *anglais*.

PLANCHE 6. (*Page* 19 *du texte.*)

Escalier en fonte à deux paliers dans la hauteur de chaque étage, révolutionnant dans une cage elliptique en maçonnerie.

PLANCHE 7. (*Page* 19 *du texte.*)

Escalier dit anglais, en fonte.

PLANCHE 8. (*Page* 19 *du texte.*)

Escalier à vis en fonte, les marches et le noyau ne faisant qu'un.
Escalier à vis et à jour, les marches maintenues les unes sur les autres par des boulons à écrou.

PLANCHE 9. (*Page* 21 *du texte.*)

Balustres en fonte ou en fer creux pour rampes.

PLANCHE 10. (*Page* 21 *du texte.*)

Barreaux en fonte ou en fer creux pour rampes.

PLANCHE 11. (*Page* 22 *du texte.*)

PROJET DE CONSOLIDATION DE L'ÉGLISE DE N...

Plan général du système de consolidation au niveau des poitrails supportant les grands murs latéraux de la nef et des poutrelles formant les sophites des bas-côtés.

PLANCHE 12. (*Page* 22 *du texte.*)

Détails de ce système de consolidation.

PLANCHE 13. (*Page* 24 *du texte.*)

VUE DE FACE des chevalements destinés à tenir, travées par travées, les grands murs de la nef et celui du sanctuaire, en état d'équilibre, pendant la pose de ce système de consolidation.

PLANCHE 14. (*Page* 24 *du texte.*)

Les chevalements vus de profil.

PLANCHE 15. (*Page* 26 *du texte.*)

Élévation et coupe d'une des fontaines de la place de la Concorde, à Paris.

PLANCHE 16. (*Page* 28 *du texte.*)

Élévation de deux des quatre fontaines placées dans les quinconces des Champs-Élysées.

PLANCHE 17. (*Pages* 28 *et* 29 *du texte.*)

1. Élévation d'une des quatre fontaines placées dans les quinconces des Champs-Élysées.
2. Élévation de la fontaine Richelieu.

PLANCHE 18. (*Page* 31 *du texte.*)

Élévation et coupe de l'arc-de-triomphe ou porte d'entrée (dite de Moskow) en fonte de fer, construit en 1838 à Saint-Pétersbourg.

PLANCHE 19. (*Page* 31 *du texte.*)

Coupe horizontale faisant voir les détails de construction de cet arc-de-triomphe.

PLANCHE 20. (*Page* 31 *du texte.*)

Plan du plafond de cet arc-de-triomphe.
Détails de construction de ce même plafond.
Plan de l'attique, ou couronnement de l'édifice.

PLANCHE 21. (*Page* 33 *du texte.*)

Comble en fer et fonte de la cathédrale de Chartres (Eure-et-Loir).
Première variante. — Élévation d'une des fermes de la nef, accompagnée de tous ses détails.

PLANCHE 22. (*Page* 34 *du texte.*)

Élévation d'une des grandes fermes de la croix accompagnée de ses détails.

PLANCHE 23. (*Page* 34 *du texte.*)

Élévation des grandes et petites fermettes de la croix.

Élévation d'une des fermes du chevet.
Détails.

PLANCHE 24. (*Page* 35 *du texte.*)

Comble en fer et fonte de la cathédrale de Chartres (Eure-et-Loir).
Deuxième variante. — Élévation d'une des fermes de la nef.
Élévation et plan d'une des travées en fer supportant la toiture.

PLANCHE 25. (*Page* 35 *du texte.*)

Détails d'une grande ferme en fonte.

PLANCHE 26. (*Page* 36 *du texte.*)

Élévations des fermes de noue et de celles du chevet.
Divers détails d'ajustements.

PLANCHE 27. (*Page* 36 *du texte.*)

Détails de divers ajustements vus en plans, en coupes et en élévations.

PLANCHE 28. (*Page* 37 *du texte.*)

Comble en fonte et fer de la cathédrale de Chartres (Eure-et-Loir).
Troisième variante. — Élévation et détails d'une ferme en fonte avec ornements.

PLANCHE 29. (*Page* 38 *du texte.*)

Comble en fonte et fer de la cathédrale de Chartres (Eure-et-Loir).
Système exécuté.
Élévation et détails d'une des grandes fermes de la nef.

PLANCHE 30. (*Page* 40 *du texte.*)

Comble en fer et fonte pour douanes, entrepôts, gares de chemins de fer, etc.
Élévation et détails.

PLANCHE 31. (*Page* 41 *du texte.*)

Comble du marché des Blancs-Manteaux. (*Projet.*)
Plans, coupe et élévations.

PLANCHE 32. (*Page* 41 *du texte.*)

Détails des ajustements de ce comble.

PLANCHE 33. (*Page* 42 *du texte.*)

Charpente en fonte de fer avec toiture en tôle cannelée, de l'usine à gaz de Perrache, à Lyon (Rhône).
Élévations, plans et détails.

PLANCHE 34. (*Page* 43 *du texte.*)

Abattoir du marché à la volaille, à Paris.
Perspective de l'intérieur de cet abattoir.

PLANCHE 35. (*Page* 43 *du texte.*)

Détails de construction du comble de cet abattoir.

PLANCHE 36. (*Page* 43 *du texte*).

Autres détails de construction de cet abattoir.

PLANCHE 37. (*Page* 47 *du texte.*)

Charpente métallique du comble et du plancher perdu de la salle du trône du palais impérial d'hiver à Saint-Pétersbourg.
Élévation et plan d'une partie de ce comble et de ce plancher perdu.

PLANCHE 38. (*Page* 50 *du texte.*)

Poutrelles en tôle de plusieurs planchers du palais d'hiver à Saint-Pétersbourg.
Élévation, coupe et plan de ces poutrelles.

PLANCHE 39. (*Page* 51 *du texte.*)

Charpente métallique du comble et des planchers perdus de la salle blanche et de la galerie militaire du palais impérial d'hiver à Saint-Pétersbourg.
Élévation et plan d'une partie de ce comble et de ces planchers perdus.

PLANCHE 40. (*Page* 52 *du texte.*)

Charpente métallique du comble et du plancher perdu de la grande chapelle du palais impérial d'hiver à Saint-Pétersbourg.
Élévation d'une partie de ce comble et de ce plancher perdu.

PLANCHE 41. (*Page* 54 *du texte.*)

Charpente, partie en fer et fonte, partie en tôle, du comble d'une des attenances de l'usine impériale de Kolpino, près de Saint-Pétersbourg.
Coupes transversale et horizontale de ce comble.
Détails.

PLANCHE 42. (*Page* 55 *du texte.*)

Charpente en tôle du comble des usines de Goroblagotatz, dans l'Oural (Russie).
Élévation et détails de ce comble.

PLANCHE 43. (*Page* 56 *du texte.*)

Charpente en tôle du comble de l'usine de Verchné-Saldinsk, dans l'Oural (Russie).
Élévation d'une des fermes.
Plan d'une des travées.

PLANCHE 44. (*Page* 56 *du texte.*)

Comble en tôle des échaudoirs et de la grande cour couverte de l'abattoir de la ville de Bourges (Cher).
Plans, coupes et élévations de ce comble.

PLANCHE 45. (*Page* 56 *du texte.*)

Détails d'une des fermes de ce comble.

PLANCHE 46. (*Page* 61 *du texte.*)

Comble du théâtre Alexandrin, à Saint-Pétersbourg.
Perspective de ce théâtre faisant voir les détails de ce comble et ceux d'autres constructions.

PLANCHE 47. (*Page* 63 *du texte.*)

Comble en bois de la rotonde dite Panorama de Moskow, soutenu par des cordes métalliques tréfilées et par des poinçons en fonte.
Coupe d'une partie de ce comble.
Détails de fonte et de fer.

PLANCHE 48. (*Page* 69 *du texte.*)

Élévations et coupe du chéneau-cimaise en fonte du fronton de l'église de Saint-Vincent-de-Paul.
Coupe et détail d'un chéneau-cimaise pour couronnement d'entablements de maisons particulières.

PLANCHE 49. (*Page* 72 *du texte.*)

Élévation et détails d'une des grandes serres chaudes du Muséum d'histoire naturelle.

PLANCHE 50. (*Page* 73 *du texte.*)

Détails d'assemblages en fonte des colonnes des grands pavillons carrés des serres chaudes du Muséum d'histoire naturelle.

PLANCHE 51. (*Page* 77 *du texte.*)

Détails des colonnes rostrales lampadaires en fonte de la place de la Concorde.

PLANCHE 52. (*Page* 78 *du texte.*)

1 et 2 : élévations d'une colonne rostrale lampadaire et d'un candélabre en fonte de la place de la Concorde et des Champs-Élysées.
3 : élévation d'un candélabre en fonte ouvragée, par M. Calla.
4 : élévation d'un des candélabres en fonte du pont du Carrousel.

PLANCHE 53. (*Page* 81 *du texte.*)

Application de la tôle pour châssis de croisées, de combles, etc.
Croisées, châssis de combles, archivoltes.
Châssis à tabatière, et détails relatifs à ce genre de construction.

PLANCHE 54. (*Page* 85 *du texte.*)

Pont biais en fonte de fer à Saint-Pétersbourg.
Élévation de ce pont.
Plan d'une partie de ce pont.

PLANCHE 55. (*Page* 87 *du texte.*)

Pont dit du Carrousel à Paris.
Élévation géométrale de ce pont.
Détails de construction.

PLANCHE 56. (*Page* 88 *du texte.*)

Autres détails de construction de ce pont.

PLANCHE 57. (*Page* 93 *du texte*).

Pont suspendu à des faisceaux de fils de fer, construit sur le Rhône entre Tain et Tournon.
Élévations, plans et coupe de ce pont suspendu.

PLANCHE 58. (*Page* 93 *du texte.*)

Coupe et détails de construction de ce même pont suspendu.

PLANCHE 59. (*Page* 94 *du texte.*)

Pont suspendu de Saint-André-de-Cubsac (Dordogne).
Perspective de ce pont suspendu.
Détails de construction.

PLANCHE 60. (*Page* 95 *du texte.*)

Élévation d'une des grandes colonnes en fonte supportant les chaînes de suspension de ce pont.
Coupe suivant l'axe perpendiculaire à la longueur du pont.
Plan d'une des piles isolées, en pierre, supportant deux colonnes accouplées par une traverse en fonte.

PLANCHE 61. (*Page* 97 *du texte.*)

Élévations, coupes et plans d'une des portes d'écluse en fonte des docks de Cronstadt (Russie).

PLANCHE 62. (*Page* 102 *du texte.*)

Plans et coupes d'un fragment de chemin de fer.
Divers détails de construction.
Ustensiles.

PLANCHE 63. (*Page* 105 *du texte.*)

Caissons en fonte pour la construction des jetées, fondations, bassins, quais, digues à la mer, etc.
Divers systèmes d'applications de ces caissons métalliques.
Ustensiles pour main-d'œuvre.